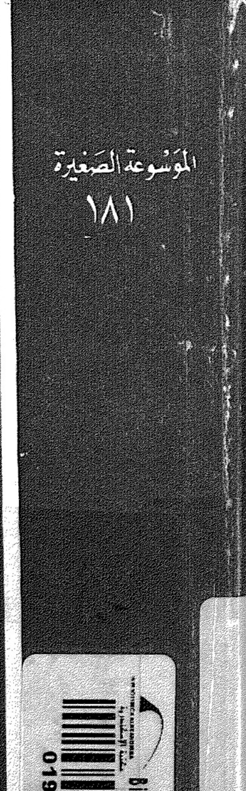


أحاديث عن العلم والعلماء

تأليف
د. محمود فياض

الموسوعة الصغيرة

تصدرها

دائرة الشؤون الثقافية والنشر

بغداد / الجمهورية العراقية



الموسوعة الصغيرة

(١٨١)

احاديث عن العلم والعلماء
محاولة لتفسير وتبسيط الطريقة العلمية
واسلوب الابتكار العلمي

مقدمـــة

الدكتور محمود فياض
كلية العلوم ـ جامعة بغداد

لقد أصبحت المعرفة العلمية قـوة اجتماعيـــة بحد ذاتها ، وان هذه المعرفة هي التي تميز الشـعوب بعضها عن البعض الآخر في الوقت الحاضر . ان الفرق بين الشعوب المتقدمة والنامية هو فرق كبير من الناحية العلمية ، وهذا الفرق آخـذ باتسـاع . يتسـاءل البعض : هل من الممكن تقليل هذا الفرق الشاسع ؟ يقول البعض أن ازالة هذا الفرق أصبح مـن المسـتحيل . ولكن هناك رأياً آخر يقول بامكانيـة اللحاق بالركب العلمي العالمي من قبل الدول النامية . ويمكن أن يتـم ذلك بدراسة لطريقة الانتاج العلمي ، أي بدراســة

مايسمى بالطريقة العلمية • ان دراسة هذه الطريقة من الناحية التاريخية تدل على أن الدول المتقدمة الحالية كانت هي نفسها دولا متأخرة ونامية علميا ابان ازدهار العلم في العالم القديم • ان العلم الحالي هو جهد متكامل لجميع الشعوب القديمة والحديثة النامية والمتقدمة ، وان الطريقة العلمية والعقلية العلمية هي طريقة واحدة وعقلية واحدة مهما اختلف الزمان والمكان •

لقد كتب عالم الفيزياء الباكستاني عبدالسلام الاستاذ في جامعة لندن والحائز على جائز نوبل في الفيزياء لسنة ١٩٧٩ مقالة في مجلة الطبيعة (نيتشر ، Nature عدد كانون الاول، ٧٩١٩ صفحة ٦٦٦) يقول فيها بأن الدول النامية تحتاج الى عشرة أضعاف ماعندها الآن من العلماء ، ويناقش الطريقة التي يمكن أن تبدأ الشعوب النامية معرفتها العلمية الخاصة بها ، ويقول ان تقدم هذه الشعوب هو مسؤولية تقع على عاتقها نفسها وليس على عاتق الدول المتقدمة • ان العالم

عبدالسلام هو أحد العقول المهاجـرة • ولكي تقلـــل الدول النامية من هذه الهجرة العلمية ولكي تزيد فـــي قابلية علمائها ، هناك مقومات ودوافع للبحث العلمي ، وقد أشرت اليها في أواخر هذه الأحاديث •

ان غاية العلم والعلماء هي التعرف على الطبيعـة للأستفادة منها ولفهم جوهرها وحقيقتها ، وان قابليـة الابتكـــار العلمـــي هـــي قابليـــة العقـــل البشري بصـــورة عامة ، وهـــي ليســت مقصــورة على نوع خاص من الافرد أو المجتمعات •

فحــوى الموضــوع :

ان موضوع العلم والعلماء هو موضوع الفكـــر البشري ، عن محيطه الطبيعي والكوني وعن حيـــاة الأنسان في جميع المراحل التاريخية • فتاريخ حيـــاة الانسان هو تاريخ نشوء وتطور واستخدم الفكـــرة العلمية ، وان هذه الفكرة العلمية يحدثها الفرد العالـم أو الافراد العلماء • ولهذا فان التحدث عن موضـــوع

العلم والعلماء هو التحدث عن الحياة كلها ، عن نشأتها وتطورها وحاضرها ومستقبلها . ومن خلال دراســـة كل هذه الادوار يتبين مكان الفكر ويتبين أيضاً نشوء وتطور مايسمى بالانسانية التي تكلل جميع التطـــور المادي والفكري . وبعد أن نبحث موضوع العلم والعلماء سوف تتوصل الى أهمية الانسان في المجتمع وفـــي الطبيعة والكون ، أي تتوصل الى اهميـــة الفكـــر والانسانية في خضم المادة الجامدة وظواهرها ، المادة التي لاتحس ولاتعي ، هذه المادة هي التي يعنى بهـــا العلماء ويفسرها العلم .

ان أهمية الفكر والانسانية سوف تكون موجودة دائماً أو مضمونة ومتجهـا نحوهـا في جميـع هـذه الاحاديث ، فهي الفصل الاخير من حكاية العلم والعلماء ، وهي تفسر لنا لماذا أوجد العالم نوبل جائزة باسمه فـي سنة ١٩٠٠ لكل من يخدم الانسانية بعد أن اكتشف أو ابتكر المتفجرات الحديثة ، وهي تفسر لنا أيضاً لمـاذا

حاول العلماء الذين أنتجوا القنبلة الذرية الاولـى أن يبرروا عملهم أو أن يتخلصوا من مسؤولياتهم في انتاج اضخم قوة مدمرة في تاريخ الانسان •

سوف أبدأ الحديث بطريقة غير مألوفة في الكتابات عن مثل هذه الموضوعات • وسوف أعتمد بصورة أولية عما يعرفه الفرد من معلومات عن العلم والعلماء قبل مناقشة هذه المعلومات • فكل منا يعرف أهمية الوزن في الحياة العامة وفي الدراسة العلمية •

ولنسأل ماهي نسبة وزن المادة المفكرة الـى وزن الارض والكون !؟ وبالتأكيد انها سوف تكون نسـبة ضئيلة جداً جداً اذا تمكنا من حسابها • وماهي القيمـة الفعلية في الطبيعة لهذه النسبة الوزنية الضئيلة جداً ؟!

يقول الشاعر :

أتحسب أنـك جـرم صغير

وفيك انطوى العالم الاكبر

فكيف ينطوي الكون الكبير في دماغ الانسان الصغير ولماذا ؟! هذا هو ماشغل الانسان في جميع أدوار تطوره الفكري • يقول اينشتاين (ان قابليتنا في ادراك الكون هي الشيء الذي لايمكن ادراكه اطلاقا •

من المعروف أننا نصف الافراد أو مجامع الافراد بأنهم عمال أو فلاحون أو ادباء أو فنانـون أو علماء ، الى ماهناك من الصفات المتعددة التي تعتمد على نـوع الحرفة أو الانتاج ، ولكننا ايضاً نقول ان هذا الشخص هو فرد انساني ولانذكر صنفه حسب عمله أ وانتاجه ، فالانسانية جاءت صفة مطلقة للفرد • ونسأل هنا هل هناك فائدة من شخص عالم غير انساني ؟ كلا • يجـب أن يكون العلم علماً انسانيا • ولكننا نعرف من التاريخ العلمي أن بعض العلماء يختلفون ويتخاصمون مع بعضهم بسبب اختلاف ارائهم العلمية • والافراد والمجتمعـات تتخاصم مع بعضها مستخدمة العلم كوسيلة في الدفاع عن النفس • ان العلم هو فعالية وظاهرة اجتماعية •

دوافــع المعرفــة :

وهذا يجرنا الى أن نسأل ماهي الاسباب التـــي تدفع الانسان للحصول على العلم ؟ قيل انها النزعـــة للمعرفه وحب الاطلاع ، وقيل انها الفرحة بالبرهـــان (حسب رأي الفيلسوف برتراند رسل) • ورغم كون هذه دوافع صحيحة واساسية الا أنها دوافع مثالية او خياليـــة •

فيجب أن لاننسى أن حياة الانسان هي حيـــاة عملية واقعية ، وان الانسان جزء من الطبيعة ومـــن المملكة الحيوانية ، وأن الحيوانات تحافظ على كيانهـــا وتدافع عن نفسها في سبيل البقاء ، وأنها تستعمل القوة العضلية أو التأثير المادي للحفاظ على كيانها والدفـــاع عن نفسها ، والانسان اضافة الى هذه الوسائل يستعمل عمله للغرض نفسه ، فالانسـان يجب أن يعيش أولا ، ويعرف ماحوله كوسيلة لحفظ الكيان والدفاع عـــن النفس• وعليه أصبح الدافع الاساس والجذري للحصول

على العلم هو حفظ الكيان البشري وبشكل أفضل •
وفي اثناء عملية حفاظ الانسان على كيانه بشكله الافضل تتكون عنده معرفة لما حوله وتنشأ عنده النزعة للمعرفة وحب الاستطلاع ومن ثم يتمتع الانسان بالبرهان أو اثبات الرأي ، والفرحة والتمتع يأتيان بسبب معرفة الانسان ان كيانه سيستمر في النتيجة •

وبصدد العلم والدفاع عن النفس نذكر الصراع والتسابق بين المانيا من جهة والحلفاء من جهة أخرى للحصول على أول قنبلة ذرية في تاريخ العلم ، والتسابق هذا كان بقيادة العلماء هايز نبرك وبور وانيشتاين وفيرمي وغيرهم من علماء العصر الحديث ، ان هؤلاء العلماء قد أوجدوا أكبر خطر على البشرية في سبيل الدفاع عن النفس مستخدمين العلم بجميع فروعه •

كلما انبت الزمان قناة

ركب المرء في القناة سنانا

ان دراسة العلم لأجل العلم أو للمعرفة فقط تجعل العالم يستفيد من المجتمع بدون مسؤولية متبادلة .

العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية :

وبعد هذا العرض السريع لدوافع المعرفة والعلم ، يمكننا ان نعرف العلوم أو البحوث الاساسية او المعرفة بانها تلك البحوث التي تجري لغاية التعرف على جوهر وسلوك المادة بدون النظر الى الفائدة المباشرة ، أي تبدو بانها تجرى لغاية المعرفة المجردة نفسها . ونعرف العلوم او البحوث التطبيقية بانها تلك البحوث التي تجرى للحصول على منفعة مباشرة . وسوف نرى أنه لايمكن اجراء ابحاث تطبيقية أو نقل التطبيقات المفيدة للعلم (اي نقل التكنولوجيا) في هذا العصر بدون اجراء بحوث اساسية او صرفة ، وأنه لايمكن نقل التكنولوجيا بدون نقل العلوم الاساسية معها في آن واحد . لقد قال العالم باستور عن موضوع العلوم الاساسية والتطبيقية (لا يوجد نوعان من العلم بل

يوجد فقط علم وتطبيقات للعلم ، وهاتان الفعاليتـــان مرتبطتان مع بعضهما كارتباط الثمرة بالشجرة •) فاذا أردنا الثمرة لابد وان تكون لدينا شجرة تنمو ببطء وفي أرض صالحة وبعناية مستمرة •

ان العلم يحدثه أو يبتكره العلماء ، والعالم هــو فرد كأي فرد آخر في المجتمع ، ينتج العلم في ظــروف شتى ، منها ظروف غير ملائمة أو غير انسانية ، اذ يذكر لنا التاريخ أن كثيراً من العلماء كانوا فقراء ماديـــاً أو كانوا محاربين او مشردين ومع ذلك فانهم يســتمرون باصرار لتحصيل علمهم وتطوير أبحاثهم • فمن هم هؤلاء العلماء وكيف يحصلون على علمهم ، وماهو علمهم الذي مكن الانسان من ان يتغلب على جاذبية الارض ويصل الى القمــر • وكيف يتكــون العلمــاء في المجتمعــات النامية • من أجل كل هــذا ســوف نستعرض ونفسر الافكار والابتكارات العلمية لتكون لدينا خلفية عــن مايسمى بالطريقة العلمية وعن أسلوب الابتكـــار العلمي ولنبدأ بتعريف العلم •

تعـريف العلـم :

العلم هو المعرفة المنظمة عن الطبيعة والكـــون بشكل نظريات وقوانين خاضعة للبرهان أو التخطيـىء بالتجربة (العلوم الصرفة) وهو ما يضيفه الانسان الى الطبيعة او مايحور فيها بعد معرفته سلوكها وتركيبهـا (العلوم التطبيقية) وهو ماينتجه الفكر المجرد مـــن معرفة منطقية غير معتمدة علـى التجربـة (العلـــوم الرياضية الصرفة) .

الحقيقة انه من الصعب اعطاء تعريف واحد للعلم يتفق عليه العلماء ، اذ توجد هناك تعاريف كثيرة للعلم ، وأبسط طريقة لتفهم ماهية العلم هي دراسة الامثلـــة العديدة التي نعترف بانها نتاج علمي في العلوم الطبيعية ودراسة الابتكارات المهمة في تاريخ الانسان ، ومـــن هذه الدراسات سوف نتوصل الى الطريقة أو الطــرق التي استخدمها العلماء للتوصل إلى ماتوصلوا اليه من معلومات أو إكتشافات أو ابتكارات . وبعد دراســة

هذه الامثلة سوف نرجع ونوضح مايسمى بالطريقة العلمية . ومن خلال كل مثال ستكون لدينا فكرة اوضح عن ماهية العلم وكيف يتم الحصول عليه وكيفية الاستفادة منه .

ماهو اهم اكتشاف :

ولنسأل ماهو أهم اكتشاف أو ابتكار علمي في تاريخ الانسان منذ بدايته في الحصول على المعرفة العلمية ؟ هنالك أجوبة كثيرة عن هذا السؤال ، فمنهم من يقول ان أهم اكتشاف كان اكتشاف أو ابتكار طريقة لتكوين النار ، والبعض يقول انه ابتكار العجلة ، بينما يقول البعض الآخر انه ابتكار الاعداد بضمنها الصفر ، بينما قال آخرون ان ابتكار الكتابة كان الأهم . ولندرس هذه الاكتشافات أو الابتكارات المهمة كلا على حدة .

دراسة لابتكار النار ـ الطاقة والمادة :

ان دراسة النار والحرارة عبر العصور الطويلة أدت الى ابتكارات تطبيقية كثيرة ، والى وضع نظريات

اساسية في الكيمياء والفيزياء وأدت الى تفهم طبيعة الطاقة وعلاقتها بالمادة ، وهي اطول خبرة عملية ونظرية عند الانسان ، اذ يرجع اكتشاف النار الى أكثر من نصف مليون سنة ، ولم نعرف طبيعة الطاقة الا في أوائل القرن العشرين . فماذا حدث عبر هذا التاريخ الطويل وكيف حدث ؟

ان النار موجودة في الطبيعة ، في الغابات المشتعلة بسبب البرق والصواعق ، والنار موجودة في بعض حقول النفط القديمة . فالانسان الاول عندما فكر في احداث النار بنفسه وابتكر طريقة لها فانما هو يقلد شيئاً موجوداً في الطبيعة . ويمكن القول ان فكرته منعكسة عن الطبيعة ومستمدة منها . وطريقة احداث النار اصطناعياً من قبل الانسان الاول جاءت بعد ملاحظات تجريبية ، وهي أنه في اثناء عمله لآلات القطع من الحجر الصلب والحصى بواسطة ضربها بقوة مع بعضها تتكون شرارة نار وأن استعمال الآلات الحجرية

كان قبل حوالي مليون سنة . ان الانسان استعمل هذه الشرارة لأشعال الاعشاب الجافة ، وكذلك يمكـــن اشعال الاغصان الجافة عند حكها بقوة مـع بعضـها ، ومازال قسم من البشر يستعمل طريقة ضرب الحصى أو حك الاغصان الجافة لأشعال النار . وأصبح من الممكن للأنسان الاول بعد اكتشافه طرقاً اصطناعية لتكوين النار أن يطور استعمالات النار في شـتى مجالات حياتـه ، كطبخ الأكل مثلا . وأصبح الانسان فيما بعد يعبد النار لشدة فعلها وكثرة فوائدها ، واعتبرها أحـد المكونات الاساسية للكون المادي .

ان موضوع النار قد شغل الفكر البشري آلاف السنين ، فان اكتشاف مصادر النار والمواد المشتعلـة كان قد شغل الانسان عملياً طيلة تاريخه ، وفي وقتنـا هذا يفكر العلماء فيما يسمى بمصادر الطاقة ، ولم تحل حقيقة النار والاشتعال الافي أواسط القرن الثامـن

عشر • ولكن البحث عن مصــادر الطاقــة مــــازال مســــتمراً •

لقد فكر البابليون والمصريون القدماء في تكوين العالم المادي ، وأوجدوا فكرة العناصر الاوليــة وقالوا ان المادة مكونة من عناصر هي السماء والماء والهــواء والارض ووضعوا لكل منهاالهاً • وكذلك كان الهنود يعتقدون منذ ١٥٠٠ سنة قبل الميلاد بان الوجود مكون من عناصر خمسة وهي التراب والماء والنار والهـــــواء والأثير • ومن المحتمل أن هذه الافكار قد انتقلت الى اليونان بواسطة الفينيقيين حيث أخذها مفكرو اليونان• لقد اعتقد فلاسفة اليونان بأن المادة مكونة من عناصر بسيطة اولية مثلا الماء أو الهواء أو النــار • وكــــان الفيلسوف امبيدو كليس هو أول من جمع هذه العناصر وقال ان المادة مكونة من عناصر أربعة وهي الماء والهواء والنار والارض • ووضع اليونانيون الهاً للنار على غرار ما فعله البابليون والمصريون القدماء لبقيــة القــوى أو

العناصر الاولية . وبهذا أصبح للنار قدسية سماويـة .
وقد اعتبر اليونانيون الحرارة بأنها جوهر عنصر النار .
ولكن افلاطون مع أنه اعتقد بالعناصر الأربعة ، الا أنه
كان قد حدس حقيقة الحرارة والنار اذ قال (أن الحرارة
والنار التي تكون الاشياء الاخرى وتحافظ على كيانها
انما تنتج هي نفسها من التصادم والأحتكاك وهـذان
العاملان ماهما الا حركة) . ونعرف الآن أن هذه الفكرة
اي فكرة الحركة هي التغير الصحيح للحرارة والنـار
(الطاقة الحركية) ولكن لم يبرهن على هذه الفكـرة
الا بعد مرور ألفي سـنة منذ أن اقترحهـا افلاطـون
مستعملا فكره المجرد من التجربة ، فكيف تم لأفلاطون
هذا الادراك المباشر للحقيقة المادية بدون تجربة ؟

ان انتاج الشرارة أو النـار بواسـطة التصـادم
والاحتكاك مازال الاسلوب السهل والصحيح ، الا أن
المواد المحترقة قد تغيرت . فقد كانت اولا الاعشـاب
والاشجار الجافة حيث استعملها سكان الشرق الاوسط

القدماء في افرانهم العديدة لصهر الخامات والمعادن وتوصلوا الى درجات حرارة عالية تبلغ حوالي ١١٠٠ درجة مئوية • ولم يستعمل الكبريت والفسفور الاحمر كمواد مشتعلة في الشخاط الحديث الا منذ سنة ١٨٣٠ م ، وتستعمل الآن المواد البترولية الخفيفة في القداحات الحديثة المعتمدة على الاحتكاك أيضاً •

وكان قد تم ابتكار الاستعمال المواد الكيمياوية لأحداث النار كمايلي :ـ

١ ـ خليط من كلورات البوتاسيوم والسكر موضوع في نهاية عود خشبي ، ويحمل هذا العود زجاجة صغيرة تحتوي على حامض الكبريتيك • وللحصول على النار تكسر زجاجة الحامض فوق الخليط • جرت عدة محاولات لتحسين هذه الطريقة خلال القرن الثامن عشر ولكن فشلت جميعها •

٢ ــ ابتدأت محاولات ابتكار الشخاط الحالي في سنة ١٦٨٠ م عندما استعمل (هانك وتس) الفسفور السام الذي يحترق بابسط احتكاك ، وبهذا تخلص من استعمال حامض الكبريتيك •

٣ ــ استعمل (ووكر) خليطاً من كلورات البوتاسيوم وكبريتيد الأنتيموني والفسفور سنة ١٨٢٦ م •

٤ ــ طور (شروتر) الشخاط الامين الحالي باستعمال الفسفور الاحمر على سطح علبة الشخاط في سنة ١٨٣٠ م •

٥ ــ استعمال خليط غازات الهايدروجين والاوكسجين للحصول على درجة حرارة ٢٨٠٠ مئوية وخليط الاستيلين والاوكسجين للحصول على درجة ٣٠٠٠ مئوية •

وهنا نسأل : اذا كان هناك حد أدنى لدرجات الحرارة وهو الصفر المطلق (ــ ٢٧٣ م°) ، فهل هناك حد أعلى لدرجات الحرارة ؟ .

ان درجة حرارة الافران الكهربائية تصل الى حوالي ٤٠٠٠ درجة مئوية . وان درجة حرارة سطح الشمس هي حوالي ٦٠٠٠ درجة مئوية ، وفي داخل الشمس تقدر درجة الحرارة بـ مليون درجة مئوية .

ان منشأ الحرارة العالية في داخل الشمس هو تجاذب مكونات الشمس بعضها البعض ، أي التجاذب الذاتي ، حيث يصل الضغط الداخلي الى اكثر من (٢٠) مليون باون على الأنج المربع (حوالي ٥را مليون كليو غرام على السنتميتر المربع) وتصل درجة الحرارة الى حوالي مئة مليون درجة مئوية .

آنذاك يتحول الهايدروجين الى هيليوم بواسطة الاندماج النووي . أي أن الشمس هي بمثابة مفاعل

نووي اندماجي حيث يتحول في داخلها ١٦٤ مليون طن من الهايدروجين بالثانية الى ١٦٠ مليون طن من الهيليوم ، وتفقد الشمس أربعة ملايين طن من كتلتها بالثانية على شكل طاقة (حسب معادلة اينشتاين التي سنشير اليها فما بعد) .

أما أعلى درجة حرارة في الكون فهي درجة حرارة انفجار الثقوب السوداء (وهي اجسام كونية كثيفة جدا جدا) اذ تقدر درجة الحرارة بـ ($١٠^{١٢}$) مطلق (عشرة بجانبها أحد عشرة صفراً !)

لقد تم التوصل في المختبرات الى حوالي ٦٠ مليون درجة مئوية وذلك باستعمال مجالات مغناطيسية عالية جداً لتكثيف الطاقة ولأجراء تفاعل الاندماج النووي المشار اليه . ان درجة الحرارة في الانفجار الذري تصل الى ثلاثة ملايين درجة مئوية وتستعمل هذه الحرارة في تفجير القنبلة الهايدروجنية حيث يحصل الاندماج النووي .

اما قياس شدة الحرارة أي درجة الحرارة فقـد تطور على النحو التالي :

١ ـ ابتكر غاليلو سنة ١٦٠٠ م أول محـرار لقياس درجة الحرارة • وبهذا كان غاليلو قد خطـا الخطوة التجريبية المهمة الثانية في فهم ودراسة موضوع الحرارة والنار ، ا ذكانت الخطوة العظيمة الاولى هـي انتاج الحرارة والنار اصطناعياً بواسطة الاحتكـاك قبل حوالي نصف مليون سنة • استعمل غاليلو الكحـول الملون في داخل انبوب زجاجي واعتبر أوطأ تـدرج في محراره هو نقطة تكوين الثلج وأعتبرها صفراً ، وأعلى درجة كانت درجة حرارة دم البقر ، وقسم المسافة بـين الحدين الى ٤٠ درجة • ان ابتكار المحرار كان خطـوة كبيرة في التقدم العلمي ، اذ تمكن العلماء من دراسـة الحرارة بصورة كمية لأوة مرة • .

٢ ـ بعد أن أوجد غاليلو فكرة المحرار المهمـة أصبح من السهل تطوير هذه الفكرة من قبل آخرين •

فقد اقترح هالي استعمال الزئبـق بـدل الكحـول • واقترح فهونهايت اعتبار درجة الصفر نقطة انجمـاد الماء المتوازن مع الثلج وبوجود الملح واعتبر أعلى درجة هي حرارة دم الانسان • واقترح سلسيس اعتبار درجة غليان الماء أعلى درجة في المحرار ، وقسـم المسافة بـين هذين الحدين الى مئة درجة ، وهو التدرج المسـتعمل في الوقت الحاضر ، أي المقياس المئوي للحرارة • ويمكن استعمال مواد اخرى داخل زجاجة المحرار حسب ارتفاع او انخفاض الدرجة ، ولكن جميع هذه التحويرات ماهي الا تطور تجربي بعد أن أوجد غاليلو الفكرة الاولـى للمحـارير •

٣ ــ ايجاد نقطة الصفر المطلق للحرارة مـن قبل كلفن سنة ١٨٤٨ ، اذ كان معروفا تجريبا ان كـلا من حجم الغاز وضغطه يقل بمقدار معين وهو١/٢٧٣ من مقداره الاول عند انخفاض درجة الحرارة درجـة مئوية واحدة • فاستنتج كلفن أنه لابد أن يوجد هناك

حد واطيء للحرارة حيث يكون فيه الحجم صفراً بصورة نظرية • وسمى هذه الدرجة بالصفر المطلق وهي ٢٧٣ درجة مئوية تحت الصفر المئوي • ان هذا المقياس هو أحسن مقياس للحرارة لانه لايعتمد على درجة صفـر لأي مادة مختارة اتفاقاً ، وانما هو مقياس مستقل عـن المادة المستعملة • وبها كان كلفن قد اكتشـف حـداً طبيعياً لم يره فعلا بالتجربة وانما رآه بتصوره الفكـري بصورة افتراضية لانه لايمكن أن يتلاشى حجم الغـاز الى الصفر عملياً • لقد توصل العلماء الى مايقـارب الصفر المطلق (وهـو ٠٠٠٣ر٠ درجـة وحديثاً الـى ٠٠٠٠٠٦ر٠ درجة مطلق) بواسطة التبريد المغناطيسي • لقد ثبت عملياً ونظريا أنه لايمكن التوصـل الى الصفر المطلـق ، وسـيبقى هـذا الصـفر نقطـة خيالية في فكر العلماء • ان المقياس المطلق للحـرارة كان قد جاء استمراراً لفكرة المحرار لغاليلو ، الا انـه يعد قفزة علمية فكرية كبيرة •

ان مقاييس الحرارة قد تطورت بهذا الشكل ، ولكن طبيعة الحرارة بقيت غامضة . واعتقد بعض العلماء في القرن السابع عشر والثامن عشر بوجود مادة سميت بالفلوجستين واعتقدوا بأنها موجودة في المواد المشتعلة أو القابلة للأشتعال وتخرج بصورة مرئية على شكل لهب في النار . وبنفس الوقت كانت هناك فكرة صحيحة عن الحرارة كانت يعتقد بها كل من غاليلو وفرانسيس بيكون ونيوتن وهي أن منشأ الحرارة هو حركة الدقائق المكونة للمادة ، وكانت هذه الفكرة هي فكرة افلاطون الاولى عن الحرارة والنار .

ان پريستلي هو أول من فصل غاز الاوكسجين ، ولكن لفوازيه هو أول من فسر الاحتراق بانه اتحادمع الاوكسجين الموجود في الهواءمع المادة المحترقةوكان ذلك في أواسط القرن الثامن عشر . وبهذا حصلنا على تفسير نهائي لحدوث النار .

كان كل من العالم الفرنسي كارنو والعالم الانكليزي جول في بداية القرن التاسع عشر يشتغل على العلاقة بين الحرارة والشغل الحاصل منها في اية ماكنة بخارية . لقد توصل جول الى تعيين المكافيء الحراري بواسطة عدة طرق منها تسخين الماء بواسطة محرك . وبهذا يكون جول قد أوجد وعين في سنة ١٨٤٣ م العلاقة الفيزيائية الرياضية للتجربة الاولى في انتاج الحرارة بواسطة الاحتكاك من قبل الانسان البدائي الاول .

ويمكننا أن نقول الآن ان الابتكار الاول لطريقة احداث النار كان من الخطوات المهمة جداً في تاريخ الانسان ، ونتمكن أن نلخص طريقة واسلوب اكتشاف النار وطرق انتاجها وتفسيرها كمايلي :ـ

الملاحظة أو المشاهدة :

وهي ملاحظة جزء معين من الطبيعة وهي النار الموجودة في الغابات وفي حقول النفط القديمة . وملاحظة

حدوث الشرارة في أثناء ضرب الحصى ، وملاحظة اشتعال الاغصان الجافة عند حكها مع بعضها .

الفكـــرة :

وهي تكوين الشرارة من الحصى أو الاغصان الانسان ، وفكرة احداث النار بصورة اصطناعية عند الحاجة اليها .

التجربــة :

وهي تكوين الشرارة من الحصى أو الاغصان الجافة أو الشخاط بصورة متكررة لتسبب الاشتعال .

النتيجــة :

وهي اكتشاف أو ابتكار طرق متعددة لتكوين النار بواسطة احتكاك مواد مختلفة مع بعضها .

التفسير :

وهو أن النار تمثل احدى القوى الطبيعية الهائلة والمؤثرة في الطبيعة وفي حياة الانسان ، فبدا يعبدها وجعلها أحدى العناصر المكونة للمادة . وأخيراً فسرها

بواسطة نظريات الفلوجستين (والكالوريك) الخاطئة .
وبنظرية الاتحاد مع الاوكسجين الصحيحة ، وبهـــذا استقــر الفكــر •

ويمكن كتابة ماورد اعلاه على شـــكل سلســلة متصـــلة : الملاحظـــة ← الفكـــــرة← التجربـــة ← النتيجـــة ← التفســـير ←
اذ انه ليس هناك اهمية لأي حلقة منفردة من السلسلة ، وانما تكون لها اهمية وفائدة عندما تكون متصلـــة في سلسلة ببقية الحلقات •

ويتبين أن التفسير باي شـــكل كان هـــو ضرورة فكرية حتمية ملحة عند الانسان ، والا لما ظهـرت فـــي التأريخ عبادة النار ولما ابتكرت نظريات الفلوجســتين والتأكسد • وبعد التفسير يستقر العقل ويفرح الانسان عند التوصل الى الحل النهائي وهذا هـــو مايســميه برتراند رسل بفرحة البرهان •

ويظهر أيضاً أن التجربة العلمية تأتي بعد الفكـــرة فلايمكن اجراء اية تجربة بدون ان تكون هناك فكـــرة معينة تبرر اجراء التجربة •

وفي بعض الاحيان تكون الفكرة المجردة حدساً صحيحاً لايمكن تحقيقها أو برهنتها تجريبيا في وقت اكتشاف الفكرة وتمر مئآت السنين قبل البرهنة عليها وتحقيقها تجريبياً مثل فكرة وجود الصفر المطلق من قبل كلفن أو فكرة افلاطون عن منشأ الحرارة بأنها حركة الدقائق للمادة والتي تسمى الآن بالنظرية الحركية للجزيئات .

ان التطور العلمي يأتي بعد الحصول على أفكار جديدة تأتي بعد تفهم النتيجة الاولى ، وتتكون عندنا سلسلة تطورية اخرى وهي : فكرة جديدة ← تجربة وملاحظة جديدة ← نتيجة جديدة ← تفسير جديد .

وتعاد هذه السلسلة نفسها لتؤدي الى تحسينات أعلى في الطرق الاصطناعية والى تفسيرات أعم وادق عن الطبيعة والكون الخارجي وعلاقة الانسان به .

والآن نسأل : هل حدث هناك تطور في طريقة أو اسلوب الاكتشاف أو الابتكار بالنسبة للنار ؟ الجواب كلا • ان الملاحظة او المشاهدة الاولية استمرت معنا ، والفكرة في احداث النار لمنفعة الانسان مازالت كماهي ، والتجارب استمرت ملاصقة للفكرة الجديدة ، والنتيجة الحتمية الفكرية النهائية المتمثلة في التفسير مازالـت كماهي ، أي ان الانسان يريد تفسيراً للطبيعة التـي حوله ، الى أن أدت هذه النزعة للمعرفة الى اكتشـاف نظرية التأكسد الحديثة والى اكتشاف طبيعـة الطاقـة (الحرارية وغيرها)والى علاقة الطاقة بالمادة كما سنشير اليـه فيمـا بعـد ، والـى الفكـرة عـن أهميـة الضـوء والحـرارة التـي تأتـي مـن الشمس ــ النار الازلية ــ بالنسبة لنشوء ولأستمرار الحياة • اذ يعتقد بعض العلماء أن الحياة كانت قـد نشأت على الارض قبل حوالي أربعة آلاف مليون سنة بواسطة تفاعل أشعة الشمس والمواد الاولية التي كانت

موجودة في جو الارض مثل الماء والميتان والامونيا وثاني اوكسيد الكاربون والمواد والفلزات اللاعضوية التي كانت موجودة على سطح الارض !!! ؟

ان هذه النقاط بمجموعها تكون معرفة علمية ، فهي معرفة تخص جزءاً من الطبيعة ، وبمجموعها تكون العلم ، فقد عرف الانسان جزءاً من الطبيعة ، وأضاف اليها شيئاً جديدا وهي الطرق المستحدثة لتكوين النار (والطاقة بصورة عامة) ، بعد أن عرف سلوك وتركيب المواد الكيمياوية ، وانتج فكرياً معرفة منظمةمنها نظرية التأكسد والاشتعال الحديثة .

ونتيجة لهذه النظريات ومقاييس درجات الحرارة ، وتحويل الحرارة الى شغل بواسطة الآلة البخارية ، ظهر عندنا علم جديد وهو المعرفة المنظمة المسماة بعلم الثرمو داینامیك (انتقال الحرارة) الذي لامناص لكل عالم فيزياوي أو كيمياوي أو مهندس من دراسته. فعلم الثرمو داينامیك هو علم اساسي أو صرف وهو

علم تطبيقي في آن واحد . ولذا لايمكن الفصل بين العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية ، فهي ملاصقة لبعضها ، وعند ايجاد فكرة تولد معها فائدتها ، وتكتشف هذه الفائدة عاجلا أو آجلا . وهنا تتذكر ثانية ماقاله پاستور عن علاقة العلوم التطبيقة بالعلوم الاساسية اذ مثل هذه العلاقة بعلاقة الثمرة بالشجرة ، فبعض الاشجار تعطي ثمرها بسرعة واخرى تثمر بعد مرور مدة طويلة .

ان هذا الحديث عن النار والحرارة يعطينا مثلا عن اسلوب الاكتشاف والبحث في العلوم الطبيعية ويوضح لنا أن قسماً من هذه العلوم تبتدىء بالملاحظة والتجربة ، ولكن التطور النوعي في هذه العلوم يعتمد على الفكرة الجديدة الاساسية ، وهذه الفكرة تمثل طفرة نوعية تؤدي الى تغير في حياة الانسان وفي فهمه لمحيطه ، وأن هذه الفكرة الاساسية في بعض الاحيان لا تعتمد في نشوئها على التجربة او الملاحظة المتوفرة لدى

العالم في حين اكتشافه للفكرة • ولايمكن تفسير هذا النوع الاساسي من الافكار الا باستعمال كلمات مثل القريحة أو العبقرية او الأدراك المباشر أو الرؤيا الفكرية أو الألهام • ان هذه الكلمات تشير الى خواص العقل البشري والتي لايمكن دراستها كلياً بصورة علمية في الوقت الحاضر ولكننا سنشير الى كيفية تكوينها فيما بعد •

ان البحث العلمي ماهو الا تفاعل متبادل بين الفكرة الاساسية والخبرة العلمية حيث تلعب الملاحظات التجريبية دوراً مهماً •

والآن لنرجع قليلا الى النزعة عند الانسان لأيجاد تفسير للطبيعة وللكون بصورة نهائية• فقد كان ومازال فيحيرة من وجود الكون والحياة ومكانة الانسان في الوجود • والحيرة هذه رافقت محاولات الانسان لتفهم الطبيعة والتغلب أو السيطرة عليها • وهذه الحيرة هي السبب في النزعة الاساسية عند بعض العلماء لدراسة العلوم

الصرفة لغاية المعرفة فقط ، وهؤلاء هم علماء فلاسفة .
لقد كانت الفلسفة مرافقة للعلم عند اليونانيين والعرب .
وافترقت عنه في الغرب في القرن السابع عشر تحت تأثير
ما يسمى بالطريقة العلمية التجريبية . والتقى العلم
والفلسفة مرة أخرى في مطلع القرن العشرين منذ أن
بدأت الفيزياء الحديثة باكتشاف النظرية الكونية
(نظرية الكم) وباخراج الطاقة من الذرة وبايجاد النظرية
النسبية وبذهاب الأنسان الى القمر والى الفضاء
الخارجي ، فالعالم الآن مهتم اكثر بمكانة الانسان
الحقيقية في الطبيعة والكون والمجتمع . اذ بامكان فرد
ما أو مجموعة من الافراد في هذا العصر أن يفنوا قسماً
من الارض أو ان يفجروا القمر بالطرق التكنولوجية
المتوفرة في الوقت الحاضر . ولكن هل يحق لهم هذا ؟
كلا ، ان العلم يجب أن يكون علما انسانيا . ان الانسان
عندما سيجول في الكون الخارجي انما سيجول بفكره
وانسانيته . فأي منشأ هذا الذي كان قد نشأ من تراب

وماء واشعة من نار الشمس ، وتطور وانتج فكـــراً وانسانية ، وبدأ يترك منشأه الى الكون الخارجي ؟ !!

دراسة لأبتكار الآلة :

ان الانسان تمكن من أن يترك الارض التي نشأ عليها بواسطة الآلة المتطورة ، والآلة هذه هي من صنع وتصور الانسان . ونود الآن أن تتحدث عن نشـــأة وتطور الآلة .

ان الانسان يتميز عن بقية الحيوانات بأنه الحيوان الذي ابتكر الآلة ، ويعتمد عليها في حياته منذ البدالـــة الاولى ، وان تقدم حياته مرتبط بتقدم الآلة ، واصـــبح عصرنا هذا هو عصر الآلة في كل ناحية من نواحـــــي الحيـــــاة .

لقد كان الانسان الاول يصنع أدوات القطـــع الحجرية ، ومن ثم صنع السكين والفأس والمنجـــل والقوس والسهم . وكان يستعمل هذه الأدوات لتساعده

في الحصول على الغذاء وفي الدفاع عن النفس ، وكان يستعمل الصخور أو العظام أو الخشب كمواد أولية لصناعته .

ان تاريخ نشاة الآلة وتفسير نشوئها هو من الامور المهمة جداً التي تشغل بال العلماء المشتغلين في تاريخ نشأة الانسان . فان استعمال الآلة ربما امتد الى قبل مليون سنة (مصدر رقم ٥و٦و٧) حيث كان الانسان الاول يستعمل الآلة المصنوعة من الاحجار والخشب الطبيعي بدون تهذيب . وان تطور استعمال وصنع الآلة رافق تطور دماغ الانسان من ناحية الحجم ، وكذلك رافق ظهور وتطور اللغة عند الانسان ، اذ لايمكن التفكير أو وضع أية خطة عمل بدون لغة . ان التفكير البناء يحصل بواسطة التفكير الهادىء وبدون نطق الكلمات ولكنه من الضروري وجود الكلمات في الفكر . ان تاريخ ظهور اللغة غير معروف بصورة اكيدة وربما كان قبل مليون سنة أيضاً . ان أهمية ظهور

اللغة تعد كأهمية وقوف الانسان على رجليه متميزاً عن المجموعة الحيوانية بمشيه. وكذلك ان ابتكار واستعمال الآلة رافق تحول الانسان من آكل للنباتات الى آكل للحوم . ان هذا التحول بنوعية الغذاء كان السبب الاول في نشأة صنع واستعمال الآلة الحادة الحواف التي يستعملها الانسان لسلخ الحيوانات ولقطع اللحوم .لقد استمر هذا التفاعل بين حاجة الانسان للغذاء وتفكيره في الحصول عليه وثقافته اللغوية الجديدة التي تعبر عن الحاجة والفكرة وطريقة الصنع ، الى أن أصبح الانسان الحيوان الوحيد الذي يتطبع لبيئته بواسطة ابتكار آلات جديدة ، على عكس مايحصل في جميع الكائنات الحية اذ تتطبع هي بواسطة تكيف نفسها بايولوجياً ووراثياً .

لقد ابتكر الانسان المحراث في عصر الزراعة الاولى قبل عشرة آلاف سنة ، تعددت الادوات المبتكرة حتى توصل الانسان الى ابتكار العجلة قبل أكثر من

ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد ، وتعد العجلة من أعظم ابتكارات الانسان في تاريخه الطويل • ان العجلة هي الآلة الاساسية في تطور حياة الانسان كلها •

ان محاولة الانسان صنع الادوات وابتكار الآلات انما هي محاولة لتحقيق فكرة ، وهذه الفكرة تنتج عن غاية في نفس الانسان ، نحن نصنع افكارنا •

ان بتكار العجلة كان قد حدث في العراق القديم ، وان هذا الابتكار هو طفرة فكرية نوعية في تاريخ العلم والتكنولوجيا • ان العجلة هي أداة الحركة السريعة • كانت العجلة تستعمل في العراق القديم في دولاب الخزاف لصنع الاواني والاوعية الفخارية بسرعة وبدقة وبتناظر هندسي • واستعملت العجلة في صنع العربات لغرض التنقل السريع ، فكانت الغاية اذاً من ابتكار العجلة هي الانتاج الصناعي السريع الدقيق والتنقل السريع في السفر وفي الحروب • وهذه غايات مهمة جداً ومتطورة حضارياً •

ان انسان العراق القديم كان قد صنع الاختام الاسطوانية التي كان يكتب عليها ، ولكن يقرأ ما يكتب عليها فانه كان يدحرجها على الطين ويقرأ الكتابة المسطحة ، اي أنه كان يعرف الحركة الدورانية وعرف كيف يستخدمها بصورة مبتكرة وجيدة .

ان الانسان يحاول بصورة أولية أن يقلد الطبيعة ويستفيد منها ، اي كما قلنا سابقاً ان أفكاره تكون مستمدة من الطبيعة . فالعجلة هي شكل دائري ، وشكل الدائرة موجود في الطبيعة مثل دائرة القمر التام وقرص الشمس . والحركة الدورانية موجودة في الطبيعة ، اذ أن كلا من القمر والشمس يدور ، كما يبدو ظاهرياً ، حول الارض ، وأن الصخور الكروية تتدحرج على الارض اسرع من غيرها . وهكذا كان الانسان ومازال يرى ويشعر بالحركة الدورانية لأشكال دائرية طبيعية . والطفرة الفكرية تأتي من محاولة الانسان لتقليد هذه الحركة والاشكال في صنع آلاته ، لتساعده

في الحياة اليومية • وهكذا وكما قلنا ان محاولة صنع الادوات وابتكار الآلات انما هي محاولة لتحقيق فكرة ، وان هذه الفكرة هي صورة مجردة في فكر الانسان لموجودات الطبيعة • والتجريد الفكري هذا التكوين الصورة العقلية يكون الخطوة الأولى للأبتكارات ذات الاهمية العظمى ، كابتكار الاختام الاسطوانية والعجلة • فقد أدت الاختام الاسطوانية الى اقتشار القراءة والكتابة التي هي اساس التراث البشري ، وأدت العجلة الى التكنولوجية الحالية • ان الاختام والعجلة هما ابتكاران يختلفان عن الابتكارات الآلية الاخرى كالسكين والفأس والمنجل والقوس والسهم والمحراث ، فهذه الآلات أو الأدوات مع أنها مهمة جداً في حياة الانسان ، الا انها كلها مرتبطة بالكيان الحيوي للأنسان ، ولكن الاختام والعجلة تمثل تلبية لأغراض فكرية تدل على تطور حضاري أساسه التصور والتجريد الفكري لما هو موجود في الطبيعة •

دراسة لأبتكار الأرقام والاحساس الرياضي :

ان هذا التصور والتجريد الفكري يؤدي بنا الى دراسة وشرح الابتكار المهم الآخر الذي ذكرناه سابقاً بأنه من أهم الابتكارات في تاريخ الانسان ، ألا وهو ابتكار الأرقام بمافيها الصفر ،وبصورة أعم دراسة نشوء وتطور الفكر الرياضي وعلوم الرياضيات التي هي الجذور الاساسية لجميع العلوم ، واهي الخاصية العليا للأنسان العاقل الذي هو آخر مرحلة في التطور البايولوجي •

ولشرح هذا الموضوع المهم والصعب نبدأ بذكر مثل بسيط من حياتنا العامة الحالية • نحن قد رأينا سابقاً ونرى الآن في حياتنا أن هناك كثيراً من عمال البناء الماهرين الذين يقومون بتصميم وبناء بيوت أوأبنيه كبيرة وهم لايعرفون القراءة والكتابة ، ولا يعرفون الحساب العددي أو الهندسة ، ولكنهم ينتجون أبنية قوية متناسقة متناظرة وجميلة • فكيف يتم لهم

ذلك في تحديد الابعاد والمساحة والارتفاع وضـــبط مستوى الارض واتقان عمودية البناء وحساب قــوة الجدران والسطوح الى آخر مايقتضيه البناء من معرفة خواص مواد البناء اضافة الى المعرفة الحسابية الدقيقة والمعرفة الهندسية للأشكال والحجوم ؟ يتم لهم عمل كل ذلك بطريقة فكرية أولها تكوين صورة فكرية شبـه متكاملة عن شكل البناء قبل البدء به ، وهذه هي عملية تجريد وتصور للموجودات المادية بالاشكال والابعـاد المختلفة وان لم تكن هذه المواد موجودة أمام عـــين العامل الماهر في البناء . ان قابليته بحساب الأبعـــاد واستنباط الاشكال الهندسية للبناء تأتي من شعـــوره الذاتي بهذا النوع من الرياضيات وان لم يعرفها كتابة أو لم يدرسها مسبقاً . وان كثيراً من هؤلاء المهرة من عمال البناء يبتكرون تصاميم هندسية جديدة من عندهم لايقلدون فيه البناء السابق ، أي أنهم يلهمون هندسياً وحسابيا ، وفي كل محاولة بناء جديدة تتكون لهـــم

أو تخلق عندهم قريحة جديدة تؤدي الى تطور في طرق البناء وفي فن البناء • أي أنه بعد كل هذا الشـــعور والاحساس بالرياضيات الاساسية للبناء نرى صفـة الجمال النهائية على الابنية • والشعور بالجمال هــو غاية في التصور والتجريد الفكري • فهـل ان الجمال هو للمادة الجامدة لوحدها أم هو جمال التكامــل الرياضي الهندسي الذي أتتجه الفكر ؟ لقد اعتمد الفكر في هذا الانتاج على شعوره أو احساسه الاول بالعدد وبالشكل الهندسي • أي أننا يمكن أن نقول بأنـــه يوجد عند الانسان احساس بالعدد وبالشكل ، ويمكن أن نسميه بالاحساس الرياضي ، أن هذا الاحساس هو نتاج أو خلاصة فكرية لجميع حواس الانســـان الاخرى • ويمكننا أن نقول أيضاً أن هناك جمـالا في الرياضيات سواء وضعت هذه الافكار الرياضية فـــي التطبيق ، على شكل بناء مثلا ، أو أنها بقيت في الفكـر المجرد لتخلق عندنا المتعة بالبرهان الرياضي • ان هــذا

البرهان الرياضي يؤدي الى شعور عظيم هو بعينه جمال الرياضيات ، فالتفكير الرياضي هو من أساسيات الفكر البشري ، وان التعبير عن هذا الفكر المجرد جاء بابتكار الارقام وهي عملية تثبيت للفكرة الرياضية أو للأحساس الرياضي بالعدد . وأما رسم الاشكال هندسياً فقد جاء هو أيضا انعكاسا تجريديا فكريا عن اشكال المادة الطبيعية وعبر الانسان عنها بواسطة الخطوط على الاشكال المعروفة مثل المثلث والمربع والمستطيل والدائرة الخ من الاشكال الهندسية الكثيرة .

ان هذه الارقام والاشكال الرياضية أصبحت هي بحد ذاتها موجودات فكرية حقيقية وكونت بمجموعها مادة الفكر المجرد ، وأصبح التعامل بها لوحدها وايجاد العلاقات فيما بينها هو التفكير البحث ، وكان هذا هو أساس الرياضيات الصرفة أو البحتة ، وأصبح التفكير بها ودراستها حسب اسس فكرية أو رياضية مبنية على الاستنتاج الرياضي . وهكذا صارت الرياضيات علما

منظماً ، ولكن بقي اساس العلوم الرياضية هو التصور المجرد والالهام والقريحة التـــي تعطيـــه الاســـتمرارية والتطـــور •

ومن هذا التفسير للأحساس الرياضي نـــرى أن كل فرد من مجموعة الانسان العاقل له قابلية رياضـــية تولد معه ، ولا يمكن أن يتميز بصورة كلية أي عنصر أو جنس من البشر على غيره مادام هذا الجنس مـــن سلالة الانسان العاقل • وسوف نرى أن أجناساً بشرية كثيرة ومتنوعة توصـــلت الى نفس الانتـــاج الفكـــري والرياضي تقريباً وفي أوقات متقاربة ، فسوف نـــرى أن انتاج الارقام والاشكال الهندسية وابتكار الكتابة كان قد تم في كل من وادي الرافدين ومصر وفلسطين والهند والصين وامريكا القديمة في حوض المكسيك • ولكن بعض علماء الرياضيات ، أمثال بوانكاريه العالم الفرنسي في اوائل القرن العشرين ، يقولون بان العالم الرياضي يولد ولا يتكون عن طريق التعليم • اذا كـــان

هذا الكلام صحيحاً كلياً فلماذا تدرس الرياضيات في كل صف من صفوف المدراس الابتدائية والثانويـــة بصورة الزامية في جمع بقـاع الارض ؟ أليس هـذا اعترافاً ضمنيا وتاماً بأن القابلية الرياضية أو ماسمينـاه بالاحساس الرياضي موجود في كل فرد من افـــراد المجموعة البشرية ؟ . أما تميز بعض الافراد على غيره في نفس مجموعته أو جنسه فيجب أن نبحث عن أسبابه في تكوين الفرد العائلي والمدرسي والاجتماعي ، وفـي نفس هذه العوامل تكمن الاسباب في خفض مسـتوى القابلية الرياضية عند بعض الافراد . وهنا يجب ان نتذكر صاحبنا ذلك العامل الماهر الذي يبني البيوت الجيـدة والجميلة والذي لايمكنه ان يعبر عن احساسه أو عـن قابليته الرياضية بواسطة الارقام أو الاشكال الهندسية أو المعادلات الرياضية ، اذ ربما لم تتح له فرصة التعلم النظامي لسبب أو آخر . ولنسأل هنا هل كان بناة أور وبابل ومصر القديمة كلهـم مـن علماء الرياضـيات

المختصين ؟ أو هل أن علماء الرياضيات في العصور القديمة كانوا قد شاركوا مشاركة كلية في انشاء ذلك البناء العظيم ؟ سوف نجيب عن هذه الاسئلة بعد أن نبحث التطور التاريخي لعلوم الرياضيات وندرس تأثيرها على الفرد والمجتمع اذ أن الرياضيات كما قلنا هي الجذور الاساسية لجميع العلوم اطلاقاً . وفي معنى الرياضيات وأهميتها يقول اخوان الصفا قبل حوالي ألف سنة مايلي :

الفلسفة أولها محبة العلوم ، وأوسطها معرفة حقائق الموجودات بحسب الطاقة الانسانية ، وآخرها القول والعمل بما يوافق العلم . والعلوم الفلسفية أربعة أنواع . أولها الرياضيات ، والثاني المنطقيات ، والثالث علوم الطبيعيات ، والرابع علوم الالهيات . فالرياضيات أربعة انواع ، أولها الارثما طيقى والثاني الجومطريا والثالث الاسطر نوميا والرابع الموسيقى . فاول مايبتدأ بالنظرية في هذه العلوم الفلسفية ،

الرياضيات وأول الرياضيات معرفة خواص العدد لأنه أقرب العلوم تناولا ثم الهندسة ••••• وانه اذا ماقدم الحكماء النظر في علم العدد قبل النظر في سائر العلوم الرياضية ، فلأن هذا العلم مركوز في كل نفس بالقوة ، وانما يحتاج الانسان الى التأمل بالقـوة الفكريـــة حسب ، من غير أن يأخذ لها مثالا من علم آخر • بـل منه يؤخذ المثال على كل معلوم •••• وان غـــرض الفلاسفة الحكماء م نالنظر في العلـوم الرياضـية ، وتخريجهم تلاميذهم بها : انما هو السلوك والتطـرق منها الى علوم الطبيعيات •

فاذا كانت الرياضيات هي أول العلوم واذا كـان العدد هو أول الرياضيات فكيف تكون علم العـــدد عند الانسان الاول ، وكيف أصبح مركوزاً في كل نفس بالقوة الفكرية ؟ ولأجل الجواب عن هذه الاســئلة المهمة لنرجع بتصورنا عن نشأة الاحساس الرياضـي والذي أوله الاحساس بالعدد الى عصور قديمة جـداً

في حياة الانسان الاول ، ولنتصور أن رجلا خرج ليعيد بعض الحيوانات لتكون طعاماً له ولعائلته ، ومـرت عليه فترة من الزمن ولم يصطد اي شيء ، فبدأ الرجل يعاني فكرياً بعدم الحصول على أي شيء ، وبعـد هذه المعاناة حصل أو تمكن من أن يصطاد طـيراً ، والآن وفجأة فقد الشعور باللاشيء وبدأ يشعر بوجود شيء ألا وهو الطير الواحد • واذا استمر بالصيد فسـوف تتكون عنده مجموعة من الطيور ، وأن شـعوره بالمجموع يأتي من اضافة واحد الى واحد بصـورة متكررة • واذا فرضنا أيضاً أن هذا الرجل الصياد لـم تكن عنده لغة للتعبير عن تجربته بالصيد وعن شعوره بتكوين مجموعة الطيور بصورة تدريجية واحدة بعد واحدة فان عليه ابتكار تعبير صوتي أو ابتكار لغـة يصف بها رحلة الصيد هذه ويصف بها عدد الطيـور التي حصل عليها • وهكذا يبدأ الانسان الاول بتكوين وتطوير تعابير صوتية تكون فيما بعد لغة خاصة بـه

تعبر عما هو موجود في فكره ، وهذا هو اسلوب ابتكار اللغـــــة .

واضافة الى التعبير باللغة وتوضيحاً لها يلتجـىء الانسان الاول الى استعمال الاشارات أو الرمـــوز للتعبير عن العدد الذي حصل عليه من الطيور ، وابسط اشارة توضيحية لهذا الغرض هو استعمال الاشـارة باصبع اليد ، فيشير الى الطير الواحد باصـبع واحد ، ويشير الى اصطياد طير وطير باصبعين ، ويشير لأكثـر من ذلك بثلاثة أصابع ، وهكذا يستمر باستعمال أصابع يده الخمسة ، ومن ثم يستعمل أصابع اليد الاخـرى فيكون عنده مجموع أصابع يده الاولى ويده الثانية ، أي تكون عنده مجموعتان منفصلتان كل واحدة منها مكونة من خمسة والمجموع يكون عشرة . وبعد ذلـك اذا أراد ان يستمر بعد مجموعته الكبيرة من الطيـور فانه يستعمل أصابع الرجلين ، وأيضاً يحسبها خمسـة فخمسة فيحصل على العدد عشرين المكون من أربـع

مجاميع ، كل مجموعة مكونة من خمسة أصابع . وهكذا بدأ العد باليد ، ومازلنا نستعمل هذه الطريقة للعد أو للتعبير عن العدد .

وحفاظاً على تجربته في حصوله على عدد من الطيور بدأ الانسان الاول يعبر عن فكرته العددية وعن اشارة أصابعه بأن يرسم خطاً واحداً عمودياً أو افقياً ليشير الى طير واحد ويستمر برسم خطين أو اكثر ليعبر عن العدد الكلي لمجموع ماصطاده . وهكذا ظهرت أول اشكال الكتابة ، أي كتابة الخط الواحد المعبر عن العدد . وكتابة الخطوط هذه جاءت بالضبط كطريقة العد بواسطة اليد ، فيرسم الشخص خمسة خطوط متجاورة ممثلا أصابعه المفتوحة ، وثم يترك فاصلا ليعبر عن انشغاله الى عد أصابع اليد الاخرى ، وثم يرسم خمسة خطوط أخرى متجاورة ، ويترك فاصلا آخر ليعبر عن انتقاله لعد أصابع الرجل الاولى ، وهكذا يتراكم رسم الخطوط بمجاميع تكون كل

مجموعة مكونة من خمسة خطوط انا احد البراهين الاثرية على هذه الطريقة في كتابة الاعداد انه كان قد عثر في سنة ١٩٣٧ على عظم ذئب في أواسط جيكوسلوفاكيا يعود تاريخه الى ماقبل ثلاثين ألف سنة تقريباً وقد حفر على هذا العظم (٥٥) خطاً أفقياً موضوعة بمجاميع كل مجموعة تحتوي على خمسة خطوط ، وان اول (٢٥) خطاً مفصولة عن البقية بخط واحد طوله ضعف الخطوط الاخرى .

والمهم بهذه الطريقة للعد هي تكوين فكرة اساسية عن أهمية العدد خمسة والعدد عشرة الذي هو اساس العد الحالي في النظام العشري ، وتكوين فكرة عن المجموعة العددية التي هي اساس الرياضيات الحديثة في نظريات المجاميع ، وكذلك تكوين فكرة عن عملية الجمع أولى العمليات الحسابية الأربع ، بان عملية الجمع هي اضافة واحد الى العدد السابق بصورة مكررة . ان عملية التكرار هذه هي من أهم العمليات

الرياضية اذ تستعمل في البرهان الرياضي في نظريات العدد حالياً ، ويقول بوانكارية عن عملية التكرار والبرهان بالتكرار بأنها التفكير الرياضي باقصى جودته . والطريقة هذه معتمدة بالاساس على تمثيل الرقم واحد للشيء الواحد ، فيوجد لفظ خاص للواحد ويشار اليه باصبع واحد ، ويرسم خط واحد ، وذلك للتعبير عن الشيء الطبيعي الواحد . وترسم الخطوط بالتكرار لتعبر عن الاشياء واحداً لواحد . ومن هذا نرى أن جميع الاجناس البشرية في العصور السابقة كانت قد كتبت الرقم واحد بشكل خط واحد أفقي أو عمودي ، وكتبت الرقم اثنين بخطين وهكذا . أن هذا التشابه الاولي بكتابة الاعداد أو الارقام الاولية يدل على وجود القابلية أو الاحساس الرياضي عند المجاميع البشرية المختلفة ، ويدل على أن هذه القابلية الرياضية متشابهة أو متقاربة عند الاقوام المختلفة ،ويدل أيضاً على طريقة عمل الفكر عند الانسان ، وتشابه الانتاج

الفكري عند مواجهة المشكلة الواحدة • فان عملية الجمع الحسابي كانت قد اكتشفت من قبل جميع الاقوام في العصور السحيقة الماضية • وان جميع اللغات تحتوي على الالفاظ العددية واحد واثنين وثلاثة الخ •

ويمكن أن نأخذ فكرة عن تاريخ نشوء هذا الفكر الرياضي عن العدد من تاريخ عظم الذئب المشار اليه سابقاً ، اذ يتبين لنا أن الانسان العاقل الحديث بدأ بابتكار طريقة الرموز للتعبير عن فكره الرياضي بمدة قصيرة بعد ظهوره كأنسان عاقل قبل حوالي أربعين الف سنة (مصدر رقم ٥و٦و٧و١٠) ، وأن التعبير عن الفكر الرياضي كان قد سبق ابتكار الكتابة السومرية بحوالي عشرين ألف سنة ، ويدل هذا العظم أيضا على أن القابلية الرياضية هي قابلية اساسية وقديمة عند جميع أفراد الجنس البشري •

أن العملية الحسابية الاخرى والمهمة هي عملية الطرح ، ماهذه الا عكس عملية الجمع وهي ايضا مستمدة من حياة الانسان العملية ، فاذا فقد الصياد واحدا من طيوره فانه يشعر بتناقص العدد الكلي عنده بواحد ٠

وعملية القسمة هي أيضاً مستمدة من الحياة العملية ، فاذا اراد الصياد ان يوزع أكله على أفراد أسرته فانه يقسم أو يوزع مجموع العدد الكلي على مجموع أفراد أسرته ، واذا افترضنا أن الصياد قد صاد غزالا واحداً فانه يقسم هذا الغزال الواحد على مجموع الافراد ليحصل كل فرد على جزء صغير ، وهكذا يشعر الانسان بكسور العدد ٠

كان الانسان الاول يقرن العدد بالشيء المقابل له فيقول مثلا ثلاثة طيور ، ثلاثة غزلان ، ثلاث أبقار الخ ٠ وقد استغرق زمناً طويلا جداً حيث انتبه بأن هذه الاشياء المتعددة مشتركة بشيء واحد ألا وهو

العدد ثلاثة • وهذه هي أول خطوة في عملية التجريد الرياضي ، اذ استبدل عدد الموجودات المادية بتجريـــد عمودي لتكوين فكرة العدد المجرد التـــي هـــي أول الرياضيات •

ان فكرة التجريد في العدد لم تنتج من قبـــل شخص واحد أو من قبل مجموعة معينة وانما كانت قد نشأت عند كثير من الاقوام في بقاع مختلفة وغير متصلة مـــع بعضـــها •

ان عملية الجمع التي شرحناها والمبنية على جمـــع الاشياء الملموسة أعقبتها عملية جمع الاعداد المجـــردة ورافقتها عمليات الطرح والقسمة للأعداد المجـــــردة أيضاً • ولكننا لم نذكر شيئاً عن ظهور عملية الضـــرب الحسابي • ان هذه العملية تنطوي على تجريـــد لحـــد كبير للعمليات الحسابية الاخرى • فان ضرب الاعداد هو عملية جمع متكرر ، فان الانسان الاول لم يكـــن بحاجة الى عملية فكرية جديدة اضافة الى عملية الجمع

المتكرر ، فانه اذا أراد أن يعرف العدد الكلي لمجموعة كبيرة فانه يعد مجموع الخطوط التي رسمها على شكل مجاميع ويعدها واحداً واحداً • وبعد هذا العدد المنفرد الطويل بدأ بجمع المجاميع التي كتبها خمساً فخمساً أو عشرا فعشرا • ولابد أنه قد مضى على الانسان وقت طويل الى أن انتبه بأن مجموع خمسة وخمسة وخمسة مثلا هو نفسه يساوي خمسة مضروبة في العدد ثلاثة وذلك لأن لديه ثلاث مجاميع من خمسة خطوط • وعليه فان عملية الضرب هي عملية حسابية متطورة ربما جاءت بعد حدوث عملية تجريد العدد من الموجودات المادية ، اذ أنها تنطوي على تجريد وتصور في نفس الوقت •

والآن قد بينا كيفية نشوء وتكوين الاحساس الرياضي ، وكيف أصبح علم العدد مركوزاً في كل نفس بالقوة الفكرية ، وذلك بواسطة تفهم طريقة نشوء العدد والعمليات الحسابية الاولية الاربع التي

هي أساس الرياضيات ، وعليها تعتمد حياة الانســان أولا وآخراً في الامور التجارية والصناعية ، وبها يعبر الانسان عن افكاره العلمية بصورة مضبوطة •

رياضيات وادي الرافدين ووادي النيل :

وبهذا الحد المتطور لفكرة الرياضيات وللطــرق الحسابية تبدأ حضارة وادي الرافدين وحضارة وادي النيل ، اذ نجد عند كل منهما علوماً رياضية متطـــورة كونت بمجموعها العلوم الرياضية البحتة عند اليونانيين فيمـــا بعـــد •

ان العمليات الرياضية في وادي الرافدين كانت قد بدأت منذ أربعة آلاف سنة قبل الميلاد تقريبـــاً ، ووصلت درجة عالية من التطور منذ حوالي ألفي سنة قبل الميلاد • تتكون الارقام البابلية من علامتين أو من شكلين • أولهما يشبه الاسفين أو الوتد ، وهو عبارة عن مثلث صغير يكتب رأسه الى الاسفل ويمتد منه خط عمودي واحد ( ) • ان الارقام من واحد

الى التسعة تكتب بتكرار كتابة هذا الوتد بصـــورة عمودية ، فمثلا ان الرقم ثلاثة يكتب برسم ثلاثة أوتاد متجاورة عمودية ، والرقم تسعة يكتب برســم الرقــم ثلاثة هذا ثلاث مرات بصورة أفقية ....

وان الرقم عشرة هو عبارة عن رسم لزاويــــة ( ) وهو الشكل الآخر المستعمل في كتابـــة الاعداد البابلية . والرقم عشرون يكتب برسم اشارة الزاوية مرتين بصورة متجاورة ، والرقم أحد عشــر يكتب برسم زاوية والى يمينها يرسم وتد واحد . ان نظام العدد البابلي هو النظام العشري الحالي . ولكــن عملياتهم الحسابية كانت تجرى باتخاذ الرقم (٦٠) كأساس .

ويمكننا تلخيص الانجازات الرياضية السومريـة

ـــ البابلية بمايلي :ـــ

١ ـ اتخاذ الطريقة العشرية في كتابة الاعداد .

٢ ـ ايجاد فكرة المرتبة العددية اي فكـــرة كتابة العدد موضحاً الآحاد والعشرات والمئات الخ .

٣ ـ استعمال رمز خاص للصفر منذ أوائـــل القرن الرابع قبل الميلاد .

ان ابتكار فكرة المرتبة العددية واستعمال الصفر هما من أهم الخطوات في تاريخ الرياضيات .

٤ ـ ابتكار النظام الستني الذي مازال موجوداً لحد الآن في تقسيم الدائرة الى ٣٦٠ درجة وفـــي قياس الزوايا وفي وحدات الوقت . ان النظام الستيني يحتوي على النظام العشري في كتابة الاعداد .

٥ ـ ان تطور الرياضيات في العراق القديم كان قد وصل حداً كبيرا ، اذ أنهم كانوا يعرفون حـــل المسائل الجبرية التي تحتوي على معادلات الدرجـة الاولى والثانية والثالثة والمعادلات الآنية . ويرفعـون الاعداد الى القوى المختلفة ويأخذون جذورها .

٦ ــ في الهندسة كانوا يعرفون خواص المثلث القائم الزاوية • فهم أول من عرف ماسمي فيما بعـد بنظرية فيثاغورس التي تـدرس الآن في المـدارس المتوسطة ، وعرفوا الاعداد الفيثاغورية ، أي تلـك الاعداد التي ترتبط بالمعادلة التي تنص على أن مربع عدد مايساوي مجموع مربع عددين اخرين • وكانـوا يعرفون ايجاد محيط ومساحة الدائرة ، وعينوا قيمة النسبة الثابتة بأنها ثلاثة في بادىء الامر وحسنوا هذا الرقم حيث أصبح ٣ وثمن ١/٨ (اي ٣ر٢٥) والقيمـة الصحيحة هي ٣ر١٤ •

يدل هذا على أن الاتجاه العام للرياضيات البابلية كان اتجاهاً جبرياً ، اذ انهم كانوا يحلون المسائـل الهندسة بطرق جبرية ولكن بدون استعمال الرمـوز ، ويستخدمون خصائص الاشكال الهندسية لوضـع المعادلات الجبرية ، وهذا هو الاتجاه الحديث فـي العلوم الرياضية ، ومن هذا الاسلوب البابلي نشـأت

الهندسة التحليلية في القرن السابع عشر على يد (ديكارت) و (فرما) .

٧ ـ ان البابليين كانوا قد وضعوا جداول رياضية مختلفة مثل جداول الضرب وجداول معكوس الاعداد التي كانوا يستخدمونها لأجراء عملية القسمة ، وهي ضرب المقسوم بالمقسوم عليه . وجداول بجذور الاعداد ، وجداول رفع الاعداد الى القوى المختلفة ، الفيثاغورية .

يدل كل هذا على المستوى العالي الذي وصلت اليه الرياضيات . فانهم كانوا قد بدأوا بتطوير علم الرياضيات من المبادىء الاولية التطبيقية الى علم مجرد بحت حيث كانوا يحلون مسائل رياضية ليس لها علاقة بالواقع اليومي بل لمتعتها الرياضية البحتة ، مثلا انهم كانوا مولعين بمعرفة خصائص العدد اذ أنهم عرفوا مبدأ المتواليات الحسابية الهندسية . وكان لديهم طريقة عامة ومنظمة لمعرفة الاعداد الفيثاغورية .

وفي الهندسة كانوا يحلون مسائل ليس لها علاقـــة بواقعهم مثل ايجاد نصف قطر الدائرة التـــي ترســـم حول مثلث متساوي الاضلاع ، أو ايجاد نصف قطر دائرة مرسومة حول دائرة اخرى •

ان البابليين استخدموا الحسابات الرياضـية فـي علم الفلك ، مثل حساب الفصول والتقويم وطـــول النهار والليل ، وحسبوا كبس الاشهر القمرية لجعـل السنة القمرية مساوية للسنة الشمسية حيث عرفـوا بطريقة حسابية مبدأ اضافة سبعة اشهر قمريـة في دورة زمنية مقدارها ١٩ عاماً • وعرفوا كيفية حساب موعد الخسوف والكسوف ، وتعيين مواقع بعض النجوم والكواكب ، وأوجدوا مبدأ الابراج الاثنـي عشر ، ومبدأ الاسطرلاب الذي تطورت عنه آلة الاسطرلاب فيما بعد عند العرب • ان هذا الاستخدام للرياضيات هو أساس علم الفلك الرياضي الحديث الذي مكـــن الانسان من الوصول الى القمر •

ان حضارة وادي النيل كانت الحضارة العظيمة الاخرى التي عاصرت حضارة وادي الرافدين ، والتي انتجت رياضيات متقدمة . فاذا رياضيات المصريين القدماء كانت هي أيضاً مستمدة من واقع الحياة ومنعكسة عن الطبيعة . كانت لديهم أرقام تختلف عن الارقام البابلية . كانوا يكتبون الارقام من واحد الى عشرة برسم خطوط اعتيادية عمودية ، ولديهم اشارات أو رموز خاصة للأرقام عشرة ، ومئة ، وألف ، وعشرة آلاف ومئة ألف ، ومليون . وكانوا يكتبون الاعداد من اليسار الى اليمين ، واحياناً من اليمين الى اليسار ، بطريقة النظام العشري . ولكن لم يكن لديهم علامة خاصة للصفر . انهم كانوا يعرفون العمليات الحسابية الاربع ، ويتعاملون بالاعداد الصحيحة والكسور ، ولكن عملية الضرب عندهم كانت تختلف عن طريقتنا الحالية ، اذا كانوا يضاعفون الاعداد ثم يجمعونها . وفي الجبر كانوا يحلون المعادلات من

الدرجة الاولى والثانية والآنية • وكان تقدمهم في الهندسة اكثر من تقدمهم في الجبر • اذ كانوا يعرفون حساب المساحات والحجوم لأشكال هندسية مختلفة وعينوا قيمة النسبة الثابتة بأنها ٣ر١٦ المقاربة للقيمة الصحيحة • وعرفوا حساب مساحة وحجم الهرم الناقص ، ومن المحتمل أنهم عرفوا خواص المثلث القائم الزاوية • أما من ناحية الرياضيات الصرفة فقد عرفوا المتواليات الهندسية • نرى من هذا أن هناك تشابهاً او تقابلا بين الرياضيات في وادي الرافدين وبين رياضيات وادي النيل ، ولكن لكل خصائصها المميزة •

رياضيات عامة ان الرياضيات في وادي الرافدين كانت متقدمة اكثر مما كانت عليه في وادي النيل ؟ • من المعروف أن شعوب الشرق الاوسط كانت متصلة فيما بينها ، ومن المحتمل استفادت من بعضها ، ولكن تطورت بشكل مستقل عن بعضها فاكتسبت ميزات خاصة بها •

تفسير التطور السريع في الرياضيات :

ان كل هذا تطور عجيب وسريع اذ كان قد حدث كله قبل اربعة آلاف من السنين • فكيف حصل هذا التطور الهائل في الرياضيات وفي استخداماتها المتعددة ؟ ان تفسير هذا النوع من التطور الفكري والتطبيقي هو من من أهم ماتعنى به هذه الاحاديث •

لقد كنا قد بينا سابقاً كيف أن الرياضيات كانت قد بدأت بابتكار العمليات الحسابية الاربع التي انعكست على واقع حياة الانسان الطبيعية •

وقلنا ان الارقام والاشكال الهندسية أصبحت هي بحد ذاتها موجودات فكرية تطورت بواسطة التجريد الرياضي الى مارأيناه في تطور الرياضيات عند البابليين والمصريين القدماء • يدل هذا على أن التطور الفكري النظري المجرد يكون تطوراً سريعاً لأنه غير مربوط بالتجربة اذ أن تطور التجربة يكون معتمداً على معرفة سلوك وتركيب المادة الذي لم يكن معروفاً آنذاك •

ان تطور التكنولوجيا في العراق القديم كان تطوراً عظيماً أيضاً وكان هو أول ثورة صناعية وأهم ثورة صناعية في تاريخ الانسان ، الا أنه كان معتمداً على التطوير بواسطة الخبرة العملية المعتمدة على الخطأ والصواب •

أما الرياضيات البابلية فانها كانت قد وصلت حداً عالياً من التجريد الفكري ، ووصلت الى حد التنبؤ بالنتائج الفلكية وهو غاية في التطور الحضاري ، حيث ان أهم خصائص حضارة القرن العشرين هي التطلع والتوصل الى الفضاء الخارجي ، هذا الفضاء الذي كان قد درسه البابليون بواسطة رياضياتهم المجردة وأن حساباتهم الفلكية مازالت مستعملة وصحيحة لحد الآن • فهم أول من استخدم الرياضيات للتعرف على سلوك الطبيعة بصورة عامة ، وهذا هو العلم الحديث بعينه ، وانه لحق قول اخوان الصفا بأن الرياضيات هي أول العلوم ومنها نسلك الى العلوم الطبيعية •

وهنا يمكننا أن نجيب عن السؤال الذي أثرناه سابقاً وهو : هل كان بناة أور وبابل ومصر القديمة كلهم من علماء الرياضيات ؟ أو هل علماء الرياضيات في العصور القديمة كانوا قد شاركوا مشاركة كلية في انشاء ذلك البناء العظيم ؟ نقول ان الرياضيات كانت قد استخدمت في بناء المدن القديمة العظيمة كما أنها استخدمت في شتى أمور الحياة الزراعية والتجارية الا أن الذين قاموا بتطبيق الرياضيات في الحياة العامة لم يكونوا من علماء الرياضيات ، اذ كان هؤلاء العلماء منهمكين بتطوير الفكر الرياضي البحث وفي استخدام الرياضيات في العلوم الفلكية الراقية والتي لها علاقة بعلوم اللاهوت البابلية ، وعليه فان المختصين بعلوم الرياضيات كانوا من الكهنة الذين هم الاقلية في المجتمع . أما بناة المدن العظيمة فكانوا من اكثرية المجتمع وهم العمال المهرة الذين يعتمدون بالدرجة الاولى على احساسهم الرياضي وعلى معرفتهم الاولية

بعلوم الرياضيات الدارجة عند اكثرية الناس • ومما يعزز هذا الرأي أن مجموع ما وجد لحد الآن من الالواح الطينية التي تعنى بالرياضيات البابلية هو ٥١١ لوحا رياضيا من مجموع مئآت الالوف من الالواح الطينية • فهل ان هذه النسبة القليلة جداً للألواح الرياضية جاء نتيجة لصدفة الاكتشافات الاثرية التي كان اكثرها مكوناً من ألواح غير رياضية ؟ أم أنها تدل على أن علوم الرياضيات المتطورة كانت مقصورة على طبقة صغيرة من الناس الذين كرسوا كل حياتهم لتطوير العلوم الرياضية التطبيقية والبحتة ؟ اننا نعتقد بأن الرياضيات المتطورة كانت مقصورة على طبقة صغيرة من الناس ، وأن التطور العظيم للرياضيات عند البابليين جاء بسبب طبيعة التطور الفكري المجرد الذي يكون سريعا بطبيعته ، أي أن فكرة مجردة تؤدي بسرعة الى فكرة مجردة أخرى بسبب خلو هذه السلسلة الفكرية البحتة من التجربة العملية ، اذ لايكون الفكر

سجين التجربة وانما يكون حراً مطلقاً ومجرداً • وعلى هذا الاساس أن العلوم الرياضية كانت قد تطورت أسرع من غيرها عبر تاريخ الانسان الطويل وهي الآن اكبر العلوم اتساعاً ، وأن علماء الطبيعة يجدون كل مايحتاجونه من وسائل رياضية متطورة وجاهزة لكي تستعمل لدراسة جوانب الطبيعة جميعها وعلى هذا الاساس أيضاً ان العلوم الرياضية عند البابليين لم تزدهر ازدهاراً مفاجئاً منذ بداية الالف الثاني قبل الميلاد وانما ازدهرت باسلوب متوقع حسب طبيعة التطور الفكري للعلوم المجردة • ان التوصل الى حد التجريد الفكري في العلوم هو الذي يستغرق وقتاً طويلا حسبما رأيناه في التطور البطيء للعمليات الحسابية الاولية عند الانسان الاول الذي كان يحفر خطوط أرقامه على عظام الحيوانات • ولكن التطور أصبح سريعاً عندما جرد الانسان الارقام من موجوداتها المادية ، وأصبح يعد الارقام بصورة سريعة ومجردة عن مدلولاتها الطبيعية •

أي أنه خرج من نطاق سير حياته التي تجري وتتطور بصورة بطيئة ، وأطلق الانسان فكره من سجن التجربة العملية الى فضاء الفكر المجرد الذي ليس له عوائق أو حدود ، ونتج من ذلك هذا التطور المفاجىء الهائل في العراق القديم • ان البابليين انفسهم كانوا قد تحيروا في تفسير هذا التقدم الرياضي الفكري العظيم ، وكانوا قد تحيروا في تفسير اسلوب تعلم الانسان السريع للعلوم الرياضية وغيرها • ولهذا ابتدعوا الهاً خاصاً للرياضيات والتعلم ، وكان اسمه أو آنس [OANNES] وكانوا يقولون ان هذا الاله يزور بعض الناس ويتكلم معهم ويعلمهم الرياضيات والعلوم الاخرى • ان البابليين أنهمكوا بتطوير وبحب الرياضيات لأنهم كانوا يعتقدون بأن هذا العلم يأتي من اله الرياضيات ، وأن دراسة الرياضيات هي نوع من التعبد للأله • سنجد هذا النوع من الاتجاه عند اليونانيين على يد فيثاغورس ، أي بعد حوالي ١٥٠٠ سنة بعد تطور علوم الرياضيات في

العراق القديم . ان الذين يبتدعون الآلهة والذين ابتدعوا اله الرياضيات والتعلم في بابل لابد أنهم كانوا أناسا قليلين ، ولكن أفكارهم هذه عن الآلهة وتأثيرها على حياة الانسان وعلى فكره كانت قد وجدت تقبلا كثيراً عند كثير من الناس .

النظـام الستيني :

من المميزات المهمة والغريبة في رياضيات البابليين هو اختيارهم للرقم (٦٠) ليكون اساساً لحساباتهم وأساساً للنظام السيني الذي مازال موجوداً لحد الآن . هناك أهمية كبيرة لأبتكار هذا النظام ،اذ أنه يدل بصورة واضحة على اهمية الابتكار الفكري الرياضي المجرد على سيرة حياة الانسان العامة في الأمور التجارية والعلمية وحتى على المفاهيم الفلسفية . فقيل في تفسير ابتكار النظام الستيني ان للرقم (٦٠) مرونة حسابية ومنها كثرة الاعداد التي ينقسم عليها فهي : ٢،٣،٤،٥،٦،١٠،١٢،١٥،٢٠،٣٠، . ان الرقم (٦٠)

بهذه المرونة كان قد مكن الرياضيين القدماء من تنظيم تلك الجداول الرياضية المطولة ، كما ساعدهم في التعبير عن الكسور العشرية الدورية أي الكسور التي لاتنتهي مثل ١/٣ الذي عبروا عنه في نظامهم الستيني بالرقم ٢٠ أي ٢٠/٦٠ .

ان هذه هي فوائد تطبيقية مهمة للرقم (٦٠) ، ولكن هل هناك أحتمال بوجود سبب آخر في اختيار هذا الرقم اضافة الى مرونته الحسابية ؟ أي احتمال وجود علاقة بين ابتكار هذا النظام والاعتقاد بالآلـه أو آنس ، اله الرياضيات ، مما ركز الاعتقاد بالقـوة الكبرى التي أعطيت للأرقام بصورة عامة وللرقم (٦٠) بصورة خاصة . اذ أنه اضافة الى مرونة العدد المذكور فانه يساوي ١٠×٦ وان وان العشرة هي أساس كتابة الارقام بالطريقة العشرية ، وكذلك ان البابليين كانوا يعتقدون ، أولا ، بأن السنة تساوي ٣٦٠ يوماً ولذلك فانهم قسموا محيط الدائرة الى ٣٦٠ درجة وهذا يساوي

٦٠×٦٠ اي أن الرقم (٦٠) ظهر في الدائرة الفلكيـــة السماوية دائرة اله الرياضيات • وكذلك ان البابليـــين كانوا يشتقون أرقامهم من عدد كبير جداً وغريب الا وهو (١٢٩٦٠٠٠٠) وهو يساوي (٦٠) مرفوعة الى اس اربعة (٦٠^٤) فاذا اعتبرنا هذا العدد هو ايام وقسمناه على ٣٦٠ يوماً فنحصل على (٣٦٠٠٠) ســـــنة • ان افلاطون كان يعتقد بأهمية هــذا العــدد ويتصـــــور أن له أهمية كبيرة على مستقبل الانسان بعد مرور هذا العدد من السنين ، ولذلك فانــه ســـمي بالســـنة الافلاطونية الكبيرة • ومن هذا نرى أن منشأ المبــدأ الفيثاغوري الذي يرى ان للأعداد قوة خفيــة ، وأن اساس فكرة افلاطون عن السنة الكبرى ، كان معتمداً على الرياضيات البابلية البحتة والتي لها صفة غيبية • ومازال بعض الناس يعتقد بتأثير الاعداد ٣و٧و١٣و٢١ في حياتهم اليومية •

دراسة لابتكار الكتابة :

ان ابتكار الكتابة هو أهم ابتكار في جميع تاريخ الانسان الطويل ، وهو الابتكار الذي غير مجـــرى تاريخ وحياة الانسان وجعلها متميزة عن حياة بقيـــة مجموعة الكائنات الحية ، وستبقى الكتابة مؤثرة فـــي حياة الانسان جيلا بعد جيل • يقول ابو العلاء في أهمية الكتابـــة :

وأضرب وليدك وأدلله على رشد
ولاتقل هو طفل غير محتمل

فرب شق برأس جر منفعة
وقس على نفع شـــق الرأس بالقلـــم

فهل هناك أهمية أكثر من أهمية شـــق الرأســـ بالقلـــم !

ان الانسان كان قد فكر في الكتابة منذ أن شعر بنفسه وأدرك أنه يختلف عن بقية المملكة الحيوانية بأنه

يمتلك قوى عقلية كبيرة ، وصار يعبر عما في ذاته • فكر الانسان بالكتابة لأنه كان في حاجة الى تسجيل أعماله ومعاملاته وكلامه وفكرته • وبهذا ان ابتكار الكتابـة يختلف عن بقية الابتكارات المهمة الاخـرى ـ النار والعجلة أو الآلة والارقام ، وذلك لأن الكتابة جـاءت كتعبير فكري عن حاجة ذاتية ولم تكن انعكاساً عـن الطبيعة كما كان الحال في ابتكار النار أو العجلـة أو الارقام • ان الانسان هو الكائن الحي الوحيد الـذي استعمل الرموز للتعبير عما في ذاته • تكونت عن هذه الطريقة في التعبير ثقافة وحضارة الانسان التي ليس لها مرادف في الطبيعة خارج ذات الانسان • ان أهميـة هذا التطور الثقافي ـ الحضاري لاتقل عن أهميـة التأثيرات الحيوية الوراثية (البايولوجية) • وفي الوقت الحاضر ان معرفة الانسان العلمية التي تسيطـر علـى العوامل الوراثية وتسيرها لمصلحة الانسان ، وذلـك باجراء بعض التغيرات في الجينات الوراثية ، وسـيكون

تطور مستقبل الانسان محددا بثقافته وحضارته وليس معتمدا على تطور هذه الجينات التي كانت قد كونت الانسان في الاساس .

فاذا كان للكتابة هذا الاثر العظيم في حياة الأنسان فكيف بدأت الكتابة ؟ كانت أول كتابة ابتكرها الانسان هي الكتابة الصورية أي أنه استخدم الصور في مقام الالفاظ . ولكن هذه الطريقة كانت عاجزة عن التعبير عن الامور الروحية وعن الالفاظ المعنوية وعن الامور الحسابية . ولذلك فانه أوجد اختزالا لهذه الصور وتكونت عنده الكتابة المقطعية أي أنه اختزل الصور وجزأها الى مقاطع وأخذ منها مقاطعها الأولى فسماها باسمائها الاصلية فوصل بذلك الى مرحلة المقاطع . وتمكن بهذه الطريقة تسجيل جمل فيها الفاظ مادية وأخرى تعبر عن معان واحساس . ولكن ماتزال هذه الطريقة صعبة . فكر الانسان في اختزال الكتابة المقطعية أيضاً ، وجزم المقاطع للوصول الى الجذور

الاساسية للألفاظ وقد نجح في عمله هذا فتوصل الـــى ايجاد الحروف وهي المرحلة الحقيقية للكتابة •

ان فكرة الكتابة كانت قد جاءت بصورة مستقلة لكثير من الأقوام وفي بلـــدان متباعـــدة مثـــل وادي الرافدين ومصر القديمة والصين والهند وامريكـــا الوسطى لشعب المايا وغيرهم ، مما يدل على تشابـــه طريقة عمل الفكر البشري في التعبير عـــن الذات اذا جابه المشكلة الواحدة نفسها •

ولكنه من المهم والمؤكد أن الكتابة كانت قـــد بدأت قبل حوالي أربعة آلاف سنة قبل الميلاد في كل من العراق ومصر ، ثم انتقلت الى الفينيقيين في ســـواحل سورية ولبنان وفلسطين ، ومن ثم انتقلت الكتابـــة بواسطة الفينيقيين الى اليونان حيث تطورت الحروف اليونانية ومنها تطورت الحروف اللاتينية في ايطاليا ومن هذه تطورت الحروف الاوربية الحالية • انتقلـــت

الكتابة الى أوربا في القرن العاشر قبل الميلاد وقد حافظ اليونانيون القدامى على أشكال الحروف الفينيقية وعلى طريقة الكتابة من اليمين الى اليسار وكانت حروفا صامتة ولانوجد فيها حروف تعبر عن الحركات ، فاكملها اليونانيون باضافة حروف العلة اليها وبدأوا بالكتابة من اليسار الى اليمين • وبهذا نرى فضل الشرق الاوسط على أوربا منذ بداية التطور الثقافي •

أما بالنسبة للكتابة العربية فان العرب كانوا يدونون قبل الاسلام بقلم ظهر في اليمن وهو القلم المسند ، ومن ثم كتبوا بقلم أسهل وألين أخذوه عن القلم النبطي الذي تولد من القلم الارمي المتفرع من الفينيقية أما الترتيب السائر الآن في كتابة الحروف العربية فهو ترتيب اسلامي وضعه نصر بن عاصم في أيام الحجاج •

كنا قد ذكرنا أن الكتابة هي أهم ابتكار في تاريخ الانسان اطلاقاً ، وأن التاريخ الحضاري بدأ يتكون

بسرعة بعد ابتكار الكتابة ، ولكن هذا الابتكار المهم جداً لم يأت الا في وقت متأخر في تاريخ الانسان وذلك لأنه كانت قد سبقت الكتابة عوامل حيوية وحضارية أخرى تستغرق وقتاً طويلا بطبيعة تكاملها ونضجها هيأت لأبتكار الكتابة وهذه العوامل كانت هي :ـ

١ ـ الازدياد في حجم دماغ الانسان بالنسبة للمجموعة الحيوانية وقد وصل معدل حجم الدماغ الى ١٣٥٠ سنتميترا مكعبا قبل اكثر من مليون سنة •

٢ ـ ابتكار صناعة الأدوات الحجرية

٣ ـ ابتكار النار

٤ ـ تكوين اللغة البدائية

٥ ـ الرسم بالاصباغ الطبيعية

٦ ـ ابتكار الأرقام ـ أول نوع في التعبير بالرموز •

٧ ـ تدجين الحيوانات والنباتات •

٨ ــ صناعة الادوات المعدنية •

٩ ــ تكوين المجامع السكنية وتأسيس المدن •

ان مجموع هذه العوامل كانت هي حضـــارة الانسان قبل العصور التاريخية أي قبل البدء بتدوين تاريخ الانسان بواسطة الكتابة • ان جميع هذه العوامل كانت قد هيأت فكر الانسان ومكنته مــن ابتكـــار الكتابة ، أي توصل الانسان الى التجريد الفكـــري الذاتي لهذه الخبرة العملية الطويلة وأيضاً ان اكتشاف الكتابة وتطويرها يشـــابه مرحلة تطويــر العمليـــات الحسابية وتطورها السريع بعد الوصول الى مرحلـــة التجريد في الرياضيات كما شرحناه سابقاً في دراســـة ابتكار الارقام • أما بعد ابتكار الكتابة أصـــبحت المعلومات تتراكم بمرور الزمن وكونت تراث الانسان الذي ينتقل عبر العصور بواســطة تعلـم الكتابـــة • وبواسطة الكتابة تستمر وتنمو الحلقـــة الحضـــارية ، وبانقطاع تعلم الكتابة ينقطع الاســـتمرار الحضـــاري ويؤدي بالنهاية الى التخلف التام •

ان الوقت الذي استغرقته العوامل التي هيأت لأبتكار الكتابة كان حوالي المليون سنة وهذا وقت قصير جداً بالنسبة للوقت اللازم للتطور الحيوي ـ البايولوجي • فمثلا ان تطور الزواحف الى الطيور كان قد استغرق (٧٥) مليون سنة ولكن الانسان أصبح أقوى الكائنات الطائرة بواسطة ابتكاره آلة يسكنها الطيران وتوصل الى القمر والفضاء الخارجي بواسطة معلوماته المتراكمة بالتدوين ضمن أقل من ستة آلاف سنة •

ان ابتكار الكتابة كان قد أدى بصورة مباشرة الى عدة ابتكارات مرتبطة بالكتابة ألا وهي :

١ ـ ايجاد مواد يكتب عليها ، وكانت الصخور والطين والجلود والعظام والبردي والورق الذي ابتكر صناعته الصينيون القدماء • وتأسس أول معمل للورق في بغداد في أواخر القرن الثامن الميلادي مما ساعد على تكوين الحضارة العربية الاسلامية •

٢ ـ ابتكار القلم الذي كان يصنع في العراق القديم من القصب •

٣ ـ ابتكار الحبر بانواعه المختلفة •

٤ ـ ابتكار الطباعة الميكانيكيـة الحديثـة في سنة ١٤٥٠ م والتي كانت من أهم العوامل في انتشار الكتابة في جميع انحاء العالم •

ان هذه الابتكارات هي ماتسمى بتكنولوجيـا الكتابة (والطباعة) ، هذه الكتابة التي انتجت لتحقيق فكرة مجردة الا وهي فكرة التعبير بواسطة الرموز • ان ابتكار الكتابة هو احسن مثل على أهمية الفكـرة المجردة في التطور العلمي والحضاري • ان أهمية هذا التطور الحضاري للأنسان يساوي أهمية ظهور الحياة نفسها على الارض منذ بداية الحياة في الحجيرة الاولى قبل حوالي أربعة آلاف مليون سنة ! فاي منشأ هذا الذي كان قد نشأ من تراب ؟ وماء واشعة مـن نـار

الشمس ! ؟ فربما كان هذا التطور الحضاري الفكري هو غاية للتطور البايولوجي !!

انتقال العلوم البابلية والمصرية الى اليونان ـ استكمال التجريد الفكري :

ان العلوم والمعرفة التكنولوجية في البناء والتعدين وصناعة الفخار والترجيج الخ • كانت قد انتقلت من الشرق الاوسط الى اليونان • الا أن من أهم ما انتقل الى اليونان هي الرياضيات البابلية والمصرية حيث تطورت بشكل عظيم وكونت أسس الرياضيات والمنطق والفلسفة كما نعرفها الآن ، وحيث وصل التجريد الفكري الى درجات عالية ، وحيث أصبحت الدراسات النظرية أساس ألتكوين الشخصي العلمي في الوقت الحاضر •

ان الغرب يعتقد في الوقت الحاضر بأن اسس الحضارة الغربية الحديثة يعتمد أصلا على الحضارة اليونانية القديمة من الناحية الفكرية والفلسفية

والعلمية ، ويعرفون أوربا الغربية بأنها ذلك الجزء من القارة الاوربية المتأثرة بالحضارة اليونانية .

فاذا كان هذا الرأي صحيحاً ، وهو فعلا صحيح لحد كبير ، فهل الحضارة اليونانية التي يعتمدها الغرب حالياً كانت قد نشأت فجأة وبصورة مستقلة ؟ كلا انها كانت معتمدة بصورة رئيسة على علوم ومفاهيم وادي الرافدين ووادي النيل التي انتقلت الى اليونان عن طريق آسيا الصغري ـ تركيا حالياً ـ وعن طريق سورية وفلسطين ومصر . اذ كنا قد بينا أن العلوم الرياضية مثلا كانت قد نشأت من الخبرة العملية وتطورت الى حد التجريد الاولي في وادي الرافدين . ان اليونانيين استلموا هذا العلم بمرحلة متطورة من العمليات الحسابية وفي مرحلة بداية التجريد الفكري ، وان دورهم المهم جداً كان في اكمال عملية التجريد الرياضي وفي اكتشاف طرق التفكير المنطقي أو الاستنتاج الرياضي ، واوجدوا اسلوب

التساؤل عن الاساسيات الفكرية ، وكان اليونانيون مولعين ولعاً شديداً بعلوم الهندسة وعلوم العدد .

ان العالم الرياضي طاليس الذي عاش في الفترة من ٦٢٤ الى ٥٤٧ قبل الميلاد كان قد قضى وقتاً في مصر وفي بابل ، وهو أول عالم رياضي يوناني بحث عن الاسس المنطقية للنظريات الهندسية اذ كان قد وضع صيغاً عامة أو معادلات عامة عن الاشكال الهندسية وحاول البرهنة على هذه المعادلات أو النظريات . وبهذا يكون طاليس هو الذي قام بالطفرة الفكرية النوعية في علوم الرياضيات ، اذ قد حولها بصورة كلية من علوم معتمدة على الواقع التجريبي الى علم مجرد حيث بدأ يتطور بسرعة بعد هذه الخطوة المهمة ان البابليين والمصريين لم يذكروا مثل هذه الاسس أو القواعد المنطقية بصورة واضحة في كتاباتهم عن الرياضيات ، وانما كانت هذه الاسس معروفة ضمناً عند حلهم للمسائل الهندسية والعددية .

وان العالم الرياضي اليوناني فيثاغورس (٥٧٠ ــ ٥٠٠ ق ٠ م) كان هو الآخر قد سافر الى مصر وتركية وبابل ، وهناك احتمال كبير أنه اقتبس من البابليين النظرية المسماة باسمه عن المثلث القائم الزاوية ٠ ان فيثاغورس كان قد أوجد عبادة الارقام وكان يعتقد ان الارقام هي أصل الاشياء ولها قوة سحرية ٠ كنا قد بينا سابقاً بأن البابليين كانوا قد ابتكروا الها خاصاً للرياضيات والتعلم وكانوا يعتقدون بالقوة الخارقة للأعداد ٠

ان الرياضيات اليونانية كانت قد وصلت حداً كبيرا من التجريد والبناء المنطقي على يد كل من سقراط وافلاطون وارسطو ٠ اذ كان افلاطون يعتبر أن الرياضيات هي العلوم التي تتعامل مع الافكار بصورة منطقية وهو الذي كان يحث على دراسة الرياضيات لغاية الرياضيات وكان يعتبر أن الرياضيات بداية اساسية لدراسة الفلسفة ٠ ان هذه المرحلة من التطور

الفكري المجرد هي التي كنا قد تحدثنا عنها عندما شرحنا الدوافع الاساسية للعلم وقلنا بانها في البداية كانت دوافع مادية لتثبيت وتحسين كيان الانسان ، وبعدها يصبح العلم غاية في حد ذاته ، يدرس للمتعة الفكرية ، ولهذا كانت العلوم اليونانية تتسم بصورة عامة بالتأمل النظري الفلسفي •

ان اليونانيين هم الذين أوجدوا التفكير الرياضي المنطقي المبني على الاستنتاج اي أنهم بدأوا بوضع بديهيات وفرضيات وتعاريف لا تحتاج الى برهان ، بل انها واضحة للفكر بحد ذاتها، ومن هذه المسلمات الفكرية كانوا يستنتجون النظريات الرياضية التي تخص الاشكال الهندسية وخواص العدد • ان اول من جمع هذه البديهات والفرضيات في كتاب واحد كان اقليدس الذي عاش في حدود ٣٠٠ ق • م • في الاسكندرية بمصر • وكان اسم كتابه (الأصول) الذي ترجم الى اللغة العربية في العصر العباسي والذي

كان أساس العلوم الهندسية عند العرب ، ومازال هذا الكتاب من أشهر الكتب الرياضية ، ومنه سـميت الهندسة الاقليدية . ان هذا النوع من الهندسة ينطبق على المسافات الصغيرة على الارض فقط ، وهو غـير صحيح بالنسبة للمسـافات الكبـيرة ، اذ أن الارض كروية وليست مسطحة . ويتبـين خطأ الهندسـة الاقليدية بصورة واضحة في المسافات الكونية الكبيرة اذ أثبتت النظرية النسـبية (اينشتاين سـنة ١٩١٦) تحدب أو انحناء الفضاء المحيط بالمادة . أما الهندسـة الحديثة فتسمى بالهندسة اللااقليدية التـي أبتدعهـا العالم الرياضي ريمان في أوائل القرن التاسـع عشر . هذا اضافه الى أن هندسة اقليدس لم تكن مبنية علـى الاستنتاج الرياضي المنطقي بصورة كلية ، اذ أنه كان يستخدم الرسوم كجزء من البرهان الاسـتنتاجي . ان أول علم هندسي مبني بصورة كليـة على الاستنتـاج الرياضي هو الهندسة التي أوجدها (هلبرت) العالم الالماني الذي عاش الى اواسط القرن العشرين .

ان الوقت الطويل ، أكثر من ألفي سنة ، الـذي استغرقه تكامل الهندسة المنطقي يدل على صعوبـة التجريد المنطقي الكامل في الرياضـيات البحتـة . ان صعوبة التجريد هذه تشير الى ذلك الوقت الطويـل جداً الذي استغرقته الرياضيات في التجريد الفكـري الأول من الماديات والحسيات الى الفكـرة المجـردة الأولى في تطور علم العدد .

ان الاسكندرية بمصر كانت مركزاً مهماً فـي تاريخ تطور العلوم الرياضية ، اذ أن اقليدس كان قـد كتب كتابه في الأصول الهندسية في الاسكندرية . وأن العالـم الرياضـي ارخميـدس كـان قـد درس في الاسكندرية . أصبحت العلوم الرياضية في هذه الفترة علـوماً بحتـة وتطبيقيـة علـى يـد ارخميـدس (٢٧٨ ـ ٢١٢ ق . م .) أذ أنه كان قد اكتشـف القاعدة المسماة بآسمه عن الاجسام الطافية كما ابتكر كثيراً من الآلات الميكانيكية التي تحتوي على العتلات والبكرات والمرايا الكبيرة .

اذا كانت أوربا الحديثة والغرب بصورة عامة معتمداً على هذا الانتاج الفكري اليوناني المهم ، فمن الذي جمع هذه العلوم واضاف اليها وطورها وحفظها ثم نقلها بصورة كاملة الى أوربا ؟ ان العرب هم الذين قاموا بهذا الدور الحضاري المهم . ان العرب اضافة الى العلوم الرياضية اليونانية كانوا قد تأثروا بشكل مباشر بالعلوم البابلية التي كانت قد جاءت اليهم ثانية عن طريق الحضارة اليونانية والهندية . فان العرب كانوا قد ورثوا الحضارة الانسانية بصورة متكاملة ومتطورة واضافوا اليها الكثير الذي مازالت آثاره باقية حتى يومنا هذا . ولكن قبل أن ننتقل الى دور العرب في جمع وتطوير العلوم اليونانية ، نسأل هل كان اليونانيون قد أخفقوا في تطوير جزء مهم من الرياضيات . نعم ان اليونانيين والرومانيين كانوا قد أخفقوا في ابتكار وتطوير أرقام تكون سهلة الاستعمال في العمليات الحسابية . ان اسهام العرب في تطوير

الارقام الحالية كان من أهم ماقدمه العرب لتقدم العلوم الرياضية وللحضارة العالمية بصورة عامة .

استخدم اليونانيون حروف الهجاء لكتابة الارقام ووضعوا خطاً صغيراً يمين الحرف يدل على كونـــه رقمـــاً .

تدل الاحرف التسعة الاولى على الارقام الآحاد والاحرف التسعة الثانية على أرقام العشرات ، وأضافوا ثلاثة أحرف جديدة الى حروفهم البالغة (٢٤) حرفـاً لتمثيل الاحرف التسعة الاخيرة المئات .

أما الارقام الرومانية فتكتب بطريقة الخطـــوط العمودية ، واستعملوا الحروف الهجائية للترقيم أيضاً . فان الحرف (X) يشير الى الرقم عشرة والحـــرف L يرمز للرقم (٥٠) والحرف (C) (١٠٠) والحـــرف (D)

الى الرقـــم ٥٠٠ والحرف (M) للرقـــم

(١٠٠٠) • ولم يعرف اليونانيون أو الرومانيـــون الصفر أو المرتبة العددية وظل هذا النقص المهم حتـــى انتشار الارقام العربية في أوربا سنة ١٢٠٠ م • ومن هذا يتضح ان كتابة الارقام واستعمالها في العمليات الحسابية كان من الصعوبة بحيث ان الذين كانـــوا يعرفون اجراء هذه العمليات بدقة وبسرعة كانوا أفراداً قليلين • وللتغلب على هذه الصعوبة كان اليونانيـون والرومانيون يستعملون آلة العداد ، التي مازالـــت تستعمل في تعليم الاطفال العد والعمليات الحسابيـة البســـيطة •

ان فيثاغورس الذي عاش في القـرن الســادس قبل الميلاد لم تكن لديه أرقام يحسب بها بل انـــه كان يستعمل نقاطاً مرسومة على الرمل ، أو أنه كـان يستعمل الحصى الذي كان يضعه بمجاميع مختلفة •بينما كنا قد ذكرنا ان البابليين كانوا قد طوروا أرقاماً كاملة خاصة بهم وابتكروا الطرق الحسابيـة المستعملة لحد

الآن ، وكان قدتم كل ذلك قبل فيثاغورس باكثر من ١٥٠٠ سنة .

ان انتشار العمليات الحسابية وتقدم الفكر الرياضي في أوربا لم يكن ممكناً الا بعد ادخال الارقام العربية في القرن العاشر بعد الميلاد عن طريق اسبانيا ولم يستتب استعمال الارقام العربية في أوربا الا في سنة ١٢٠٠ م . هنا يكمن أحد اسرار تقدم أوربا الحديثة ، وهذا هو احد المفاتيح الرئيسة لفكر الانسان والتي قدمها العرب الى الغرب والى جميع العالم .

تفسير علمي لسقوط الامبراطورية الرومانية :

قبل أن ننتقل الى دور العرب في تكوين الحضارة الانسانية ، نود أن نلخص أهمية الرياضيات والعلوم والفلسفة في تكوين حلقة الحضارة اليونانية والرومانية وكيف ولماذا انتهت هذه الحلقة المهمة بسقوط الامبراطورية الرومانية من الناحية العلمية . اذ ان سقوط هذه الحلقة الحضارية هي أول وأهم برهان على

أهمية العلم والعلماء في تكوين الحضارات ونوعيتها ، وان نهاية الرومان العلمية أدت باوربا الى مايسمى بالعصور المظلمة ولم تبدأ الحضارة الاوربية الحديثة الا بعد ظهور أهمية الرياضيات والعلوم على أيدي غاليلو ومن بعده نيوتن في منتصف القرن السابع عشر الميلادي . بينما رافق العصور المظلمة الاوربية ازدهار حضاري عربي اسلامي في البلاد العربية والشرق الاوسط وكان سبب هذا الازدهار هو العلم والعلماء العرب والمسلمون .

ان الحضارة اليونانية ـ الرومانية كانت قد وصلت الى حد كبير من التطور التكنولوجي على يد الرومان الذين اشتهروا ببناء الطرق المعبدة والجسور والابنية الضخمة والسدود ومجاري المياه والمدن الكبيرة والمسارح الجيدة ، ومازال القسم الكبير من هذه الانجازات التطبيقية موجوداً لحد الآن . ان هذا هو التطور التكنولوجي الهائل المتوقع انجازه من أي جهود

بشرية اذا كانت لديها القابلية الفكرية واذا كانت لديها الاسس العلمية الصرفة التي تؤدي الى هذه الانجازات التطبيقية • ان الاسس العلمية الصرفة والتطبيقية التي بنى عليها الرومان كانت مستمدة من الحضارة اليونانية الاولى وهذه بدورها قد أخذتها من الحضارة البابلية والمصرية ، وكونت منها علوماً ذات أسس نظرية أدت الى هذه الانجازات التكنولوجية الرومانية • وهنا نذكر ثانية ماقاله العالم باستور عن العلاقة بين العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية ، اذ مثل هذه العلاقة بعلاقة الثمرة بالشجرة ، وهنا نرى أن شجرة العلوم البابلية المصرية اليونانية قد أثمرت الانجازات التكنولوجية الرومانية • ومن هنا تأتي قوة الرومان ويأتي ضعفهم أيضاً • فانهم اعتمدوا على العلوم التي كانت قد تطورت قبلهم ، ولكنهم لم يضيفوا اليها أي شيء جديد ، فلما استنفذوا كل الاسس العلمية القديمة لم يكن لديهم مايبنون عليه حضارة مستمرة ومتميزة

بمعرفة علمية جديدة . فانهم كانوا يفتخرون باتجاههم التطبيقي اذ قال (سيسيرو) : نحن نشكر الآلهة أن أفراد بلدنا لم يكونوا جماعة خياليين تأمليين مثلما كان الاغريق ، بل انهم استخدموا الرياضيات الاغريقية لأغراض مفيدة . ومن هذا يتبين لنا أن الرومانيين كانوا مهمين فقط بالأمور النفعية للعلوم ولم ينتبهوا الى أهمية انتاج أفكار علمية جديدة ، والحقيقة أنهم أهملوا او احتقروا العلماء ، فعند احتلالهم لليونان دخل أحد جنود الرومان على أرخميدس في بيته وقتله بينما كان هذا العالم منهمكاً في حل مسألة رياضية هندسية صرفة كان قد رسمها على الرمل ، وكان ذاك في سنة ٢١١ ق . م . قارنوا هذا الحادث مع ما كتبه الخوارزمي في سنة ٨٢٥ م . في مقدمة كتابه الجبر والمقابلة حيث يذكر أن الذي شجعه على كتابة هذا الكتاب هو التقدير العظيم الذي يكنه الخليفة المأمون للعلم والعلماء ، كما سيرد ذكره فيما بعد .

ان الاتجاه التطبيقي المحض في العلوم عند الرومان هو الذي أحدث العقم العلمي عندهم . اذ عبثاً نبحث عن أي عالم أو فيلسوف روماني له نفس أصالة أفلاطون أو ارسطو أو ارخميدس أو بطليموس . وكان اعتمادهم على الفكر اليوناني اعتماداً كلياً ، اذ عندما أراد القيصر او غسطس أن يقوم بمسح عام للأمبراطورية الرومانية استدعى أحد الخبراء من الاسكندرية ، وعندما أراد يوليوس قيصر ان يحسن التقويم السنوي فانه أيضاً استدعى أحد الخبراء من الاسكندرية في مصر . ولكن عندما أدت الغطرسة الرومانية الى انتهاء منبع العلم والقضاء على العلماء والخبراء كانت قد انتهت الامبراطورية الرومانية وانتهت معها حقلة حضارية مهمة وكانت قد بدأت العصور المظلمة في أوربا التي دامت ألف سنة من ٤٥٠ الى ١٤٥٠ بعد الميلاد . وكان قد ظهر ابان هذه الحقبة الطويلة الحلقة الحضارية العربية الاسلامية التي تطورت بسبب

تكريم العلم والعلماء • هذه الحلقة الحضارية التي بنيت على العلوم السابقة ولكنها أضافت اليها علوماً كانت هي الاسس في ظهور حلقة الحضارة الحديثة التي مازالت مستمرة لحد الآن وستبقى مستمرة في تطور متزايد الا اذا قضت عليها خلافات الدول الكبرى •

الحضارة العربية الاسلامية :

ان ظهور حلقة الحضارة العربية الاسلامية كان قد حصل ابان العصور المظلمة في أوربا • ان دراسة هذه الحضارة من جميع جوانبها وتوضيح دور العرب والمسلمين في استمرار وتطوير الحضارة العالمية والانسانية له أثر بالغ في تكوين نهضتنا الحالية في وتكوين الشخصية العلمية العربية الجديدة ، بانها شخصية منفردة في نوعها اذ أنها معتمدة على تراث قديم وأصيل كان قد بدأ في العراق وفي مصر ووصل ذروته في بغداد في القرن التاسع الميلادي • ان العرب المسلمين هم الورثة لحضارة وادي الرافدين وحضارة وادي

النيل • وانهم اضافوا الى جانب هاتين الحضارتين حضارة اليونان وحضارة الهند • ومن هذا نرى أن الحضارة العربية الاسلامية كانت قد بدأت في مرحلة متطورة من المعرفة الانسانية كان قد شارك في انتاجها اقوام عديدون مختلفون في لغاتهم وأجناسهم واديانهم • فكيف تمكن العرب المسلمون من انتاج حضارة خاصة بهم ومتميزة عن تلك الحضارات الكثيرة التي سبقتهم ؟

كان العرب المسلمون قد تمكنوا من صهر تلك الحضارات المختلفة وتكوين حلقة حضارية جديدة للأسباب الاتية :ـ

١ ـ انهم كانوا سمحين في معاملتهم للأقوام الاخرى التي جاءت تحت نفوذهم ، مما سهل على تلك الشعوب الاشتراك في تكوين العلوم العربية الجديدة • ان هذا التسامح العربي الاسلامي كان له الاثر الاول في تقدم العلوم في التاريخ البشري ، اذ كان قد أظهر

ولأول مرة الخاصية المهمة للعلم ألا وهـي الخاصـية العالمية . هذه الخاصية التي هي الآن أهم خصـائص العلم الحديث . وبهذا كان العرب المسلمون قد أزالوا التميز العنصري في العلوم وغير العلوم . وبهذا فهـم أيضاً كانوا قد وحدوا الجهود البشرية المختلفة لأنتاج علم جديد ولمنفعة البشرية جمعاء .

٢ ـ قابلية اللغة العربية الكبيرة في استيعـاب اللغات الاخرى . ان العرب كانوا قد ترجموا الى اللغة العربية جميع ماكان موجـوداً في اللغـات اليونانيـة والرومانية والسريانية والهندية والفارسـية ، وبهـذا اصبحت اللغة العربية لغة التخاطب بصورة عامة ولغـة التأليف بصورة خاصة فكان العلماء من الاقوام الاخرى يؤلفون كتبهم باللغة العربية . ان وجود اللغة العلميـة كان له الاثر الكبير في جمع العلوم وتقدمها وأصبحت اللغة العربية الوسيلة الاولى لنقل العلوم في جميع أنحاء العالم . ان هذه هي الخاصية الاخرى والمهمة للعلـوم

ألا وهي وجود طريقة للتخاطب والتأليف العلمي ، ولم يحصل هذا الأمر ثانية في تاريخ العلوم الا في القــرن العشرين حيث أصبحت اللغات الاوربية الحديثة لغات نقل العلوم وأصبحت اللغة الانكليزية لغــة التخاطب في كثير من المؤتمرات العلمية العالمية ، وينشر الأن حوالي سبعين بالمئة من البحوث والمؤلفــات العلميــة باللغــة الانكليزية .

ان ماكتب عن الحضارة العربية الاسلامية كثير جداً ولكننا نود أن نذكر هنا مايبين لنا المساهمة العربيـــة الإسلامية في تطوير الطريقة العلميــة وفي اســـلوب الابتكار العلمي . ويمكننا أن نوجز تلــك المساهمــة الكبيرة في النقاط الاتية .

١ ـ التقدم النظري :

أ ـ تقدم العلوم الرياضية وعلم الفلك .

ب ـ تقدم الفيزياء النظـــري .

جـ ـ التقدم النظــري في الكيمياء .

د ــ التقدم النظــري في الطب •

٢ ــ التقدم في العلوم التجريبية ، ادخــال التجربــة العلمية في البحث العلمي •

أ ــ التقدم في الكيمياء التجريبية •

ب ــ التقدم التجريبي في الفيزياء والفلك •

١ ــ تجارب ابن الهيثم •

٢ ــ تجارب الخازن •

٣ ــ موسى بن شاكر وأولاده ، كتــاب في الميكانيــك •

٤ ــ انجازات البتاني في الفلك •

٥ ــ بحوث البيرونــي •

٦ ــ بحوث ابــن النفيس •

جـ ــ التقدم في الطــب •

٣ ــ تشجيع الدولة العربية الاسلامية للعلــم والعلمــاء •

ونود أن نذكر شيئاً موجزاً عن كل من هــــذه النقاط : ١ ـ التقدم النظري : ا ـ تقدم العلـــوم الرياضية وعلم الفلك :

لقد تــم استكمال تطــور الارقــام الهندسية الــى الارقام العربية بنوعيها التي تستعمل في الوقت الحاضر في جميع أنحاء العالم ، النوع المستعمل في الشـــرق الاوسط ، والنوع المستعمل في شمال افريقيا (الارقام الغبارية) التي انتقلت الى اوربا • يقــول مــــؤرخ الرياضيات (كاجوري) (ان المعجزة في قوة الحسابات الحديثة تعزى الى ثلاثة ابتكارات وهي الارقام العربية والكسور واللوغارتمات) وتطور على الجبر والهندسة بشكل كبير ، فكتت الخوارزمي سنة ٨٢٥ م كتابـــه المسمى (الجبر والمقابلة) اذ طور فيه علم الجبر الــى علم مستقل بذاته منفصل عن الحساب • ومن الأمـــور الرياضية الصرفة التي اشتغل العرب والمسلمون بهــا كانت الاعداد الصماء ،والحلول المنهجية لمعادلات الدرجة

الاولى والثانية والثالثة ، وحساب الجيوب والظلال وبذلك طوروا علم المثلثات : وبعض القيم الرياضية مثل النسبة الثابتة التي حسبوها الى ١٧ مرتبة عشرية •

وأول استعمال للرموز في العمليات الجبرية كان من قبل أبي الحسن القلصاوي (القرن الخامس عشر الميلادي) وبين ثابت بن قرة (القرن التاسع الميلادي) العلاقة بين الجبر والهندسة فهيأ بذلك لأبتكار الهندسة التحليلية ، وحل بعض المعادلات التكعيبية بطرق هندسية • وبحث البتاني (القرن التاسع الميلادي) في المثلثات الكروية ، وتمكن موسى بن شاكر واولاده ، بأمر من المأمون ، من قياس محيط الارض الذي حققه فيما بعد البيروني (القرن العاشر) بطريقة جديدة • وكان كل من البيروني وابن الهيثم يعتقد بكروية الارض ، ويعتقد ابن الهيثم بدورانها حول نفسها •

وكان عمر الخيام (١٠٤٨ ــ ١١٣١) يبحث في النسب الجبرية وفي فرضية المتوازيات الاقليدية وفي

طرق استخراج الجذور لأية درجة • وقال أحـد علماء جامعة كمبرج في الرياضيات بانه لوكان عمر الخيام في عصرنا هذا لحاز على جائزة نوبل في الرياضيات •

ب ـ تقدم الفيزياء النظري :

ألف ابن الهيثـم (٩٦٥ ــ ١٠٩٣ م) كتـاب (المناظر) الذي كان أساس علم الضوء الحديث • وشرح طبيعة الرؤيا فقال (ان الضوء عامل خارجي يحـدث الاحساس البصري) أي أنه يأتي من الجسم المرئي الى العين • ان أول من قال بهذا الرأي كان فيثاغـورس الا أن هذه الفكرة انطمرت واحياها ابن الهيثم بعد اكثر من ألف سنة ، ودرس الظل وشبه الظل ، وفسر انعكاس الضوء وانكساره تفسيراً صحيحاً فهو يشبه انعكاس الضوء عن السطح الصقيل بارتداد الكرة عند اصطدامها بجسم صلب ، وهذا يشابه التفسير الذي اتـى بـه نيوتن (القرن السابع عشر) في نظرية الجسـيمات للضوء • وذهب ابن الهيثم الى أن سرعه الضوء محدودة

(وهذه هي أهم فرضيات النظرية النسبية الحديثة والتي تحقت تجريبياً) وفسر سبب انكسار الضوء بانه يعزى الى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين الشفافين الذي يمر بهما ، وأن سرعته في المشف (السائل) الألطف أعظم من سرعته في المشف الاغلظ ، وحينما ينفذ الضوء من المشف الألطف الى الأغلظ فانه ينعطف نحو العمود • ان موضوع اختلاف سرعة الضوء في السوائل المختلفة ظهر مرة اخرى في القرن السابع عشر حيث كان الجدل قائماً بين نيوتن صاحب فرضية أن الضوء مكون من جسيمات صغيرة وبين (هوبكنز) الذي اقترح بأن الضوء مكون من أمواج وأستمر هذا الجدل حتى اوائل القرن العشرين •

وكان ابو الفتح عبدالرحمن الخازن (القرن الثاني عشر الميلادي) أول من أوجد علم ميكانيك السوائل (الهايدروستاتيك) اذ درس مقاومة السوائل للحركة فيها • ودرس مركز الثقل وعلاقة ثقل الاجسام ببعدها

عن مركز الارض • ودرس نظام العتلات وقال (اذا تعادل جسمات بثقلهما في نقطة مفروضة ، فان نسبة ثقل أحدهما الى ثقل الآخر كنسبة قسمي الخط الذي يمر بتلك النقطة ويمر بمركز ثقلها •)

ج ــ التقدم النظري في الكيمياء :

لقد أوجد جابر بن حيان (القرن الثامن) نظرية تكوين العناصر (المعادن ، الفلزات) من الكبريت (الذي يمثل النار) والزئبق (الذي يمثل السائل) بنسب مختلفة واضاف العلماء العرب بعده مادة الملح (الذي يمثل المادة الصلبة) وظلت هذه النظرية تدرس في أوربا حتى القرن السابع عشر •

د ــ التقدم النظري في الطب :

من هنا ورغم أن الطب كان ومازال علماً تجريبياً في أساسه الا أن هذا العلم بدأ يرتكز على العلوم الاساسية ، (الكيمياء والفيزياء والرياضيات) ، في

الوقت الحاضر . وان العرب المسلمين كانوا قد أوجدوا بعض النظريات الصحيحة في هذا المجال ، ومنها أن الرازي (٨٠٤ ــ ٩٣٣ م) كان قد أدرك أثر الحالة النفسية في العلاج فقد ورد في أحد كتبه قوله : على الطبيب ان يوهم مريضه الصحة ويرجيه بها وان لم يثق بذلك ، فمزاج الجسم تابع لأخلاق النفس . وهذا هو بعينه مايسمى حديثاً بعلم الطب النفساني ، وهو كذلك أول الدراسات الحديثة عن تأثير العقل على الجسم ، اذ أن الافرازات والفعاليات الهورمونية تتأثر لدرجة كبيرة بالحالة النفسية . ان الرازي كان أول الاطباء الذين استخدموا معلوماتهم الكيمياوية في الطب .

أما ابن سينا (٩٨٠ ــ ١٠٣٦) فكان أول من أشار الى عدوي الامراض وانتقالها بالماء والغبار ، ولم يعتقد الغربيون بالعدوى الابعد اكتشاف باستور

للجرائيم ، وكذلك درس ابن سينا الاضطرابات العصبية .

٢ ـ التقدم في العلوم التجريبية ـ ادخال التجربة العلمية في البحث العلمي .

أما من ناحية التقدم التجريبي فان العلماء العرب والمسلمين هم أول من أدخل التجربة العلمية كأداة للبرهنة على النظريات أو بغرض تحقيق أفكارهم في العلوم المختلفة ، وكانوا قد صمموا تجارب وأجهزة علمية مازالت صحيحة . وهذا هو اكبر تطور في تاريخ العلم ، اذ كان العلماء اليونانيون يحتقرون التجارب ولم يبرع الرومان في تصميم تجارب هادفة ، ولكن العرب المسلمين أدخلوا التجربة وربطوها بالفكرة العلمية . ونود أن نوجز الانجازات التجريبية كما يلي :ـ

أ ـ التقدم في الكيمياء التجريبية :ـ

يعد جابر بن حيان (٧٣٧ ـ ٨١٣ م) أب الكيمياء العربية ومهيئاً لظهور الكيمياء الحديثة . فقد قال أحد

كتاب تاريخ العلوم (بأن لجابر بن حيان في الكيمياء ما لأرسطو في المنطق) .

لقد أعتمد جابر في بحوثه على التجربة وكان يوصي تلاميذه بقولــه (وأول واجــب أن تعمــل وتجــرى التجارب ، لأن من لايعمل ويجري التجارب لايصــل الى أدنى مراتب الاتقان . فعليك يابني بالتجربة لتصل الى المعرفة) ووضع جابر قواعد التجربة العلمية فــي بعض كتبه مثل كتاب نهاية الاتقان ورسالة الافــران ، وكتاب المباحث ، وذكر في كتاب (العلم الالهي) وصايا وتعليمات للباحث العلمي ، ومنها : ١ ــ عين الغرض من التجربة واتبع التعليمات الخاصة بها . ٢ ــ تجنب المستحيل وما لافائدة منه ٣. ــ اختر للتجربة الوقت الملائم لها ٤. ــ كــن صــبوراً ومثابــرا وصامتــــاً متحفظاً ٥. ــ لاتغتر بالظواهــر لأن هــذا يــؤدي بتجربتك الى نتيجة خاطئة .

ان كلا من نيوتن و (فان هوف) (اواخر القرن التاسع عشر) كان قد وضع تعليمات تبين أسـلوب البحث العلمي سوف نقارنها مع تعليمات جابر هـذه ، وسوف نرى أن جميع هذه التعليمات متشابهة لأنهـا كانت قد أتت من علماء لهم نفس المقدرة العلمية تقريباً رغم اختلاف الزمان والمكان ، ولكن العقلية العلمية هي عقلية واحدة . وتأكيداً لأهمية التجربة فان جابر يذكر في كتاب المباحث (كم من عالم دارس اذا بلغ الى العمل وقف ، فيكون أصحاب الصناعة أنفذ في ذلك الامـر من العالم الفائق .) هذا هو الفرق بين العلوم العربية الاسلامية التي أكدت أهمية التجربة المرافقة للنظريـة والعلوم اليونانية التي كانت تأملية تعتمد على الفكـر الفلسفي فقط . وان جابر كان قد أكد أهمية النظرية أيضاً فهو يقول (العلم سابق ، وكل من لم يسبق الـى العلم لم يمكنه الاتيان ، وذلك لأن العلل انمـا تبـرز الصورة في المادة على قدر ماتقدم من العلم .). ان هذا

هو قول عظيم في أهمية العلم النظري الـذي يجب أن يسبق التجربة ، ولايمكن اجراء أي تجربة بدون فكرة نظرية • يقول اينشتاين في هذا المعنى (ان النظرية هي التي تحدد ما يمكن مشاهدته •) ويقول جابر في هـذا المعنى في كتاب الخواص (والله قد عملته بيدي وبعقلي من قبل) أي أنه يضع النظرية بعقله ثم يعمل بموجبها •

ان انجازات جابر بن حيان العملية كثيرة جـداً منها : تحضير حامض الكبريتيك وحامض النايتريـك والماء الملكي الذي هو خليط من حامض النايتريـك والهيدروكلوريك والذي استعمله جابـر لأذابـة الذهب ، وفصل الذهب عن الفضة ، وكشف عن الصودة الكاوية ودرس خواص ومركبات كثير من العناصر مثل الكبريت والزئبق (واوجد نظرية تكوين العناصـر (المعادن) التي أشرنا اليها سابقاً) • وبحث جابر فـي السموم وله كتاب (السموم ودفع مضارها) الذي كان له الاثر الكبير في علوم الطب والصيدلة الحديثة •

كان جابر يعتقد بامكانيـة تحـول العناصـر (المعادن) الى بعضها من الناحية النظرية والعملية وذلك بأضافة محلول خاص يسمى بالاكسير الذي يمكـن تحضيره من مواد مختلفة نباتية وحيوانية ومركبات غير عضوية على المعادن الرخيصة مثل الرصاص والقصدير والنحاس يحولها الى ذهب وفضـة ، وذلك لأن جابـر كان يعتقد بأن المعادن (العناصر) مكونة من كبـريت وزئبق بنسب مختلفة ، فعلية يمكن تغير هـذه النسب بواسطة عامل مؤثر (مساعد) وهو الاكسير • ولو أنه كان من المستحيل تحقيق هذا التحول في زمـن جابر الا أن أبحاث جابر وغيره في هذا الاتجاه كانت قد أدت الى الاكتشافات العملية الكثيرة التي هيأت ظهـور الكيمياء الحديثة • ان تحول العناصر الى بعضها قـد تحقق في اوائل القرن العشرين بواسطة تأثير الجسيمات الذرية الصغيرة العناصر • وبهذا يكون قد تحقق حلم جابر وكل من سبقه في هذا المضمار •

ان موضوع تحول العناصر الى بعضها كان قـد هيمن على الفكر العلمي منذ أقدم العصور ، اذ كانت الرغبة في تحويل المعادن الرخيصة الى ذهب • ان هذه الفكرة كانت موجودة عند البابليين والهنود والصينيين واليونانيين ، ولكنها كانت فكرة خيالية تفسيرية ولـم تجر أي تجربة للتحقق من الفكرة • انتقلت هذه الفكرة الى الاسكندرية بمصر حيث تحولت الى فكرة سحرية اسطورية وأجريت التجـارب بالاسـلوب السـحري الخرافي • وظلت على هذه الحال الى أن انتقلت الـى بغداد حيث أزيلت عنها المعتقدات السحريـة وأجريت عليها تجارب عملية بقصد التعرف على سلوك الطبيعة بامانة واخلاص • ولو أن بعض العلماء العرب المسلمين لم يعتقدوا بامكانية تحويل العناصر الرخيصة الـى ذهب ، أمثال الكندي وابن سينا ، والبيروني ، الا أن هذه الفكرة انتقلت الى اوربا حتى عصر بويل (القرن السابع عشر الذي وقف ضد نظرية العناصر الاربعـة

وغيرها من النظريات بما فيها تحويل العناصر ، الا أنـــه كان يشتغل سراً في عملية هذا التحويل •

ان استمرار فكرة تحويل العناصر تدل بوضـــوح على أهمية الفكرة في تسيير وتوجيه الجهود العلميـــة النظرية والعملية ، حتى وان كانت الفكرة خاطئة مـــن الاساس ، ولكن هذا هو أسلوب البحث العلمـــي أو طبيعة الطريقة العلمية • وسوف نشير الى فكرة خاطئة أخرى سيطرت على العقل البشري لمدة اكثر من ألفـــي سنة ألا وهي فكرة الاثير ، التي دحضها اينشـــتاين في نظرية النسبية سنة ١٩٠٥ • وهناك أفكار علمية اخرى خاطئة أيضاً ولكن اعتقد بها علماء كبار وذلك لعـــدم وجود مايحل محلها في اسلوب التفسير العلمي ، فلاضير اذا اعتقد جابر وغيره من العلماء في نظـــرية تحويـــــل العناصر بالطرق التي كانت متوفرة لديهم • وعلى أي حال ان هذا التحول كان قد تحقق بواسطة الابحـــاث الذرية الحديثة •

لقد ابتكر جابر بن حيان ماسماه بعلم الموازين في الكيمياء (كتاب الموازين) ، والمقصود به معادلة مافي المعادن من خواص ورد جميع الاشياء الى نظام من الكمية والقياس فنحصل بذلك على علم مضبوط ، وبهذا يكون جابر قد وضع الاسس لكيفية تحضير مواد جديدة ذات خواص معينة بالاعتماد على خواص المواد المستعملة ونسبها في المادة المحضرة وكذلك يكون قد أوجد الكيمياء التحليلية الكمية الحديثة وخصوصاً وأنه كان يستعمل ميزاناً حساساً في أبحاثه .

كان جابر قد قسم المواد الكيمياوية المعروفة لديه الى أربعة اقسام أساسية حسب خواصها ، وكذلك قسم المواد المعدنية لكثرتها ولتباين خواصها الى ست طوائف وبهذا يكون جابر قد انتبه الى أهمية تصنيف المواد وجعلها في مجاميع متشابهة ، اذ أن هذه الفكرة بذاتها أدت الى اكتشاف الجدول الدوري والى القانون الدوري في بناء العناصر حسب التركيب الالكتروني الحديث .

ولهذا كله يمكننا أن نقول ان جابر بن حيـــان كان أول من وضع أسس البحث العلمي الصـحيح أي اول من شرح الطريقة العلمية وليس كما يدعي الغربيون بأنه فرانسيس بيكون (١٥٦١ ــ ١٦٢٦ م) أول مـــن وضع اسس الطريقة العلمية ، واننا سنرجع الى هــذا الموضوع عندما سنلخص هذه الطريقة في آخر هــذه الاحاديث • ولكن يقول سارتون مؤرخ العلوم عــن جابر (ان جابر كان شخصية فذة ومن أعظم الذيـــن برزوا في ميدان العلم في القرون الوسطى ، واليه يعود الفضل في حمل عصبة من التلاميذ المجتهدين علـــى متابعة البحوث عدة قرون فمهدوا بذلك لعصر العلـم الحـــديث •)

ب ــ التقدم التجريبي في الفيزياء والفلك •

لقد اتبع الحســن بن الهيثـم (٩٦٥ ــ ١٠٣٩) طريقة واسلوب جابر في البحث العلمي ، اذ أنه اعتمـد على الدقة والتجربة والقياس ، وقد لخص طريقته فـــي

البحث بقوله (نبتدىء في البحث باستقراء الموجـودات وتصفح أحوال المبصرات ، وتميز خواص الجزئيات ، ونلتقط باستقراء مايخص البصر في حالة الابصار ، وما هو مطرد لا يتغير ، وظاهر لايشتبه في كيفية الاحساس ، ثم نترقي في البحث والمقاييس على التدريج والترتيب ، مع انتقاد المقدمات والتحفظ مـن الغلط في النتائـج ، ونجعل غرضنا في جميع ما نستقريه ونتصفحه استعمال العدل ، لااتباع الهوى ، ونتحرى في سائر مانميـزه وننتقده طلباً للحق ،لا الميل مع الآراء ٠) ان هذه الطريقة في البحث العلمي المعتمد على الاستقراء ــ اي الاستنتاج بالقرينة وهو التوصل الى القوانين العامة عن طريـق مشاهدة بعض الحقائق وتعميم العلاقة بينها على الحقائق الاخرى المشابهة ولكنها غير المشاهدة ــ هي طريقـة غير كافية للأكتشاف العلمي الكامل ، ولكنها كخطـوة أولية لأكتشاف الطبيعة معرضة للخطا كما سنشرحه فيما بعد ٠ ولكن المهم في طريقة جابر والتي اتبعها ابن الهيثم

هو التأكيد على أهمية التجربة الدقيقة ، ولو أن كـلا منهما كان يفكر ويدرس بعقله وتصوره التجربة التي سيقوم بها ، حيث كنا قد ذكرنا قول جابر (والله قـد عملته بيدي وبعقلي من قبل •) ويقول ابن الهيثم في هذا المعنى (اني لم ازل منذ عهد الصبا متروياً فـي اعتقادات الناس وتمسك كل فرقة منهم بما تعتقـده ، متشككاً في جميعه ، موقناً أن الحق واحد ، فرأيت أني لاأصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الامـور الحسية وصورتها الأمور العقلية •) أي أنه أيضـاً يؤكد التصور العقلي لأمور البحث العلمي ، وهذا هـو المهم جداً في اسلوب البحث العلمي وهـو أسـاس الطريقة العلمية ، وكان (فان هوف) قد كتب مقالـة خاصة عن (التصور في العلوم) والتي سنشير اليها •

ويمكننا أن نلخص أهم انجازات العلماء العـرب المسلمين في الفيزياء التجريبية والفلك بمايلي :ـ

١ ـ تجارب ابن الهيثم :

أ ـ اكتشافه تجريبياً القانون الثاني للأنكسار الذي ينص على أن الشعاع الساقط والعمود على السطح الفاصل بين الوسطين من نقطة السقوط والشعاع المنكسر كلها تقع في مستوى واحد .

ب ـ اكتشافه قاعدة قبول العكس فيما يتعلق بانكسار الضوء وانعكاسه ، أي أن الضوء يأخذ نفس مساره اذا سقط من وسط شفاف على وسط شفاف آخر وانكسر فيه أوسقط من الوسط الثاني وخرج منكسراً الى الأول ، حيث تكون زاوية السقوط في الحالة الثانية تساوي زاوية الانكسار في الحالة الاولى .

جـ ـ درس انعكاس الضوء عن المرايا المستوية والكروية ـ المقعرة والمحدبة ـ والاسطوانية وتكوين الصور بواسطتها . لقد أدت به هذه الدراسة الى اكتشاف أهمية العدسات في القراءة ، اذ أنه كان قد

صنع أول عيينات لغرض تقوية العيون في القــــراءة والكتابــــــة .

د ــ درس القضية المسماة باسمه (مسألة ابن الهيثم) وهي اذا علم موضع نقطة مضيئة ، فكيف نجد صورتها المتكونة بواسطة مرآة كروية أو اسطوانية ، مما يشير الى أنه كان يعرف بؤرة المرآة المقعرة .

هـ ــ أجرى تجارب على الحجرة المظلمــة المحتوية على ثقب في أحد جدرانهــا ودرس مســــير الضوء فيها وتكوين صورة على الجدار المقابل للثقب ، واستنتج من ظاهرة الظلال على أن الضوء يسير بخطوط مستقيمة . ان هذه التجربة تستعمل في الوقت الحاضر للبرهنة على الخاصية الموجية للضوء ، اذ أنه مــــن المعروف أن الضوء مكون من جسيمات تسمى الفوتونات وهذه لها خواص موجية أي ان الضــوء له خاصــية الجسيم ــ الموجية الثنائية .

٢ ــ تجارب الخازن •

وهو ابو الفتح عبدالرحمن بن المنصور الخــازن ظهر في النصف الاول من القرن الثاني عشر الميلادي • أجرى تجارب فيمايلي :

أ ــ تجارب في ميكانيك الســوائل فقال

اذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة (سائلة) فــان حركته فيها بحسب رطوبتها ، فتكون حركته في الجسم الارطب أسرع •

ب ــ بين الخازن أن قاعدة ارخميدس تنطبق أيضاً على الاجسام الموجودة في الهواء ويعتمــد وزن الجسم على كثافة المزاح ــ هواء ألطف وهواء اكثف •

جـ ــ عين الوزن النوعي لكثير من المواد ، وقارن نتائجه ونتائج غيره ــ البيروني ــ ان نتائجهمــا متفقة مع النتائج الحديثة ضمن الخطا التجربي •

د ــ ألف كتاباً في الفلك سماه (الزيــج المعتبر السنجاري) سجل فيه مواضع النجوم لســـنة ١١١٥ ــ ١١١٦ ، وجمع فيه أرصاداً دقيقة • واحتوى الكتاب على معادلات لايجاد الزمن اعتمادا على خط عرض مدينة مرو (خراسان) •

٣ ــ ألف موسى بن شاكر واولاده كتابــاً فــي (الحيل) يبحث في الميكانيك والتراكيب الآلية •

٤ ــ انجازات البتاني في الفلك :

وهو ابو عبدالله محمد بن جابر بن سنان البتاني ، ولد في بتان احدى نواحي حران (القــرن التاســع الميلادي) • ألف كتابا فلكيا سماه (الزيج الصابيء) • بحث البتاني في قياس الزمن برصد ارتفاع الشــمس ، وطول السنة الشمسية ، حيث وجده يساوي ٣٦٥ يوماً و ٦ ساعات و ١٤ دقيقة و ٢٦ ثانية • وقاس البتاني الميل الاعظم أي الزاوية بين مستوى مدار الارض ومستوى خط الاستواء فوجدها ٣٥ ، ٢٣° صحيحة الى دقيقــة واحــــــدة •

٥ ــ بحث البيروني (٩٧٣ ــ ١٠٤٨ م) في هيئة العالم وحركته وكروية الارض والسماء • استنتج البيروني من رصد الكسوف والخسوف أن الشمس أكبر من الارض ، والارض اكبر من القمر ، واعطى تعليلا صحيحاً للشفق والغسق •

٦ ــ ابن يونس (المتوفي عام ١٠٠٩ م ، ٣٩٩ هـ) وهو ابو سعيد عبدالرحمن بن أحمد بن يونس ، ولد في مصر ، اشتغل فلكياً في مرصد على جبل المقطم قرب القاهرة • ألف زيجا كبيرا سماه (الزيج الحاكمي) • ومن أهم انجازاته هو أنه أول من استعمل الرقاص (البندول) لقياس الفترات الزمنية في الرصد ، وهي أول طريقة لقياس الزمن بصورة دقيقة لأنها تتبع حركة الرقاص المنتظمة ، وسوف نرى في النظرية النسبية مقدار الزمن يعتمد على حركة الجسم •

جـ ـ التقدم في الطب .

لقد تقدم الطب الى درجة كبيرة على أيدي العرب المسلمين وذلك بالاعتماد على التجربة والملاحظة الدقيقة . ومن أشهر الاطباء كان :

الرازي (٨٥٤ ـ ٩٣٢ م) اذ ألف الكثير من الكتب في الطب والكيمياء ، من أشهرها (الحاوي في الطب) شرح فيه مختلف الامراض التي تصيب الجسم وكل عضو على انفراد . وهو أول من شرح وميز بين الحصبة والجدري . وألف كتاب (منافع الاغدية) ، وهو أول من استعمل خيوطاً حيوانية في خياطة الجروح .

الزهراوي (٩٣٦ ـ ١٠١٣ م ، قرطبة ـ الاندلس) كان بارعاً في الجراحة ، وألف كتاباً في الطب يقسم فيه هذا العلم الى ثلاثة أقسام ١ ـ الطب الداخلي ٢ ـ تحضير الادوية ٣ ـ فن الجراحة ،

وهذه هي بداية التخصص في الطب ، يحتوي الكتاب على رسوم كثيرة للآلات الجراحية ، واكد أهمية دراسة التشريح •

ابن سينا (٩٨٠ ــ ١٠٣٦ م) وهو (الشيخ الرئيس) في الطب والعلوم • ان أهم مؤلفاته كان (القانون في الطب) يبحث في الفسلجة والصحة والامراض والادوية • وكتشف دودة مرض الانكلستوما وسماها الدودة المستديرة • وبحث في النباتات وخاصة الطبية منها ، اذ وصفها بصورة دقيقة وقارن بينها ، وكذلك درس الحيوانات وصنفها وبحث في التشريح المقارن بين الحيوانات •

ابن البيطار (١١٧٩ ــ ١٢٤٨ م ، مالقة ــ الاندلس) ألف كتاب (الجامع لمفردات الادوية والاغذية) وصف فيه أكثر من ١٤٠٠ عقار نباتي وحيواني ومعدني • وألف كتاب (المغني في الادوية المفردة) بين فيه أثر الدواء في كل عضو من الجسم •

ابـن النفيس (١٢١٠ ـ ١٢٩٨ م • دمشـق) الف موسوعة طبية وهي (الشامل في الطب) ، اكتشف الدورة الدموية الصغرى • انتقل الى القاهرة وعمـل فيها حتى اصبح رئيس أطباء مصر •

ان العلم يتطور بواسطة التفاعل المتبادل والمستمر بين النظرية والتجربة ، وقد تبين لنا هذا بصـورة واضحة من اسهامات العرب والمسلمين في جميع فروع المعرفة العلمية • ان هذا التفاعل المتبادل بين النظريـة والتجربة هو أساس الطريقة وهو أيضاً اسلوب الابتكار في العلوم • ولكن العلم كما قلنا في أول هذه الاحاديث هو فعالية أو ظاهرة اجتماعية • واذاً يجب أن يكـون هناك عامل آخر ، غير الفرد العالم المبتكر ، يؤثر على الانتاج العلمي للفرد ، وهذا العامل يؤثر بالتالي على الطريقة العلمية نفسها • ان هذا العامل الآخر هـو المجتمع نفسه والدولة التي تقود ذلك المجتمع • فـان العلم ينمو بواسطة الطريقة العلمية وبتشجيع مـن

الدولة والمجتمع . وهذا ما حصل فعلا ابان العصر الذهبي للدولة العربية الاسلامية . ونود أن نذكر هذا في الاسهام الثالث للعرب المسلمين في تطوير العلم وفي تطبيق الطريقة العلمية :

٣ ـ تشجيع الدولة العربية الاسلامية للعلم والعلماء .

ان الدولة العربية الاسلامية هي أول دولة في التاريخ تشجع العلم وتكرم العلماء بشكل واسع ، يكتب الخوارزمي في هذا المضمون في مقدمة كتابه (الجبر والمقابلة) (وقد شجعني مافضل الله به الامام المأمون أمير المؤمنين مع الخلافة التي حاز له ارثها وأكرمه بلباسها وحلاه بزينتها ، من الرغبة في الأدب وتقريب أهله وادنائهم وبسط كنفه لهم ومعونته اياهم على ايضاح ماكان مستبهماً وتسهيل ما كان مستوعراً ، على أن ألفت من كتاب الجبر والمقابلة كتاباً

مختصراً ٠٠٠٠) وبسبب هذا التشجيع للعلم والعلماء ازدهرت الحضارة العربية الاسلامية في جميع البلدان التي حل فيها العرب المسلمون ٠

ونود أن نذكر بعض الامور العلمية التي ساعدت فيها الدولة :

١ ــ تعضيد وتشجيع الترجمة ٠ كانت جميع العلوم واشكال المعرفة قد نقلت من اللغات الأخرى الى العربية وخصوصاً في عهد المنصور والرشيد والمأمون ٠ وكان النساطرة وعلى رأسهم حنين بن اسحق (٨٠٩ ــ ٨٧٧ م) من أهم المترجمين ، وواصل عمله ابنه اسحق على أرس مجموعة من ٩٠ مترجماً ٠

٢ ــ بنى المأمون (بيت الحكمة) حوالي سنة ٨٢٨ م لتكون مركز دراسة للعلوم ٠ وارسل بعثات الى القسطنطينية وصقلية والهند للحصول على الكتب وترجمتها ٠

٣ ـ بنى المأمون مرصداً في بغداد وآخر في دمشق .

٤ ـ تشجيع الصناعة ، اذ كان قد بنى أول مصنع للورق في سمرقند سنة ٧٥١ وآخر في بغداد سنة ٧٩٣ م .

٥ ـ بنى الخليفة الحاكم بامر الله في مصر (بيت العلم) (القرن العاشر الميلادي) ليكون على غرار بيت الحكمة في بغداد .

٦ ـ ازدهر العلم في الاندلس زمن الخلافة الاموية هناك ، وخاصة زمن الحكم الثاني ، حيث بنى جامعة قرطبة واسس فيها مكتبة تحتوي على نصف مليون كتاب (سنة ٩٧٠ م) ، ثم بنيت جامعة طليطلة .

٧ ـ اسس الفاطميون جامعة الأزهر في القاهرة سنة ٩٧٢ م .

٨ ــ اسس الخليفة المستنصر بالله المدرسة المستنصرية في بغداد سنة ٦٣١ هـ ١٢٣٣ م .

ومن الاندلس ، بصورة رئيسة ، انتقلت الحضارة العربية الاسلامية الى اوربا لتكون اساس النهضة الاوربية الحديثة . فقد ترجمت جميع الكتب العربية الى اللغة اللاتينية . وكانت قد أنشئت لهذا الغرض كلية المترجمين في طليطلة . ومن الطريف أن نذكر أن المترجمين في ذلك العصر كانوا يجابهون صعوبة في الترجمة لأن اللغة العربية واسعة الى درجة أن بعض الكلمات العربية ليس لها مايقابلها باللغة اللاتينية ولذلك فانهم أبقوا على تلك الكلمات العربية وكتبوها كما هي باللغة اللاتينية ، وبقيت هذه الكلمات حتى يومنا هذا ، فمثلا في الكيمياء تستعمل : قلوي ، كحول ، انبيق ، كيمياء ، الزرنيخ ، .. الخ كما تستعمل في الفلك والرياضيات والبحرية الكثير من الكلمات العربية .

وعن أهمية انجازات العرب المسلمين النظرية والتطبيقية يقول العالم الفيزياوي (فيدامان) ان العرب قدموا خدمة كبيرة للغاية تشابه تلك التي قدمها في العصر الحديث كل من نيوتن وفرداي (مكتشف الكهرباء بواسطة الداينمو) وورونكتن (مكتشف أشعة اكس .)

يتضح مما شرحناه عن أهم الابتكارات في تاريخ الانسان ، ألا وهي ابتكار النار والعجلة والارقام والكتابة وما أدت اليه هذه الابتكارات الاولية ، ومن اسلوب تطور العلوم في الحضارات البابلية ـ المصرية ، واليونانية ، والعربية الاسلامية ، وحيث ان ابتكار العجلة والارقام والكتابة كان قد تم في وادي الرافدين بصورة أولية وفي الشرق الأوسط بصورة عامة فاننا تتمكن أن نقول ان العلم كان قد بدأ في الشرق . ومما شرحناه عن تطوير الاسلوب العلمي في البحث وعن أهمية التبادل المشترك بين الفكر النظري وبين

العمل التجربي ، هذا التبادل الذي ميــز الانجازات العلمية العربية الاسلامية ، يمكننا القــول أيضــاً ان الطريقة العلمية في البحث كانت قد أخذت معالمهـــا الاولية في اثناء تطور العلم عند العرب المسلمين الا أن اكتشاف المعالم الكلية للطريقة العلمية لم يتم الا فــي اوائل القرن العشرين ، كما سنشرحه فيما بعد . والآن نود أن نبحث موضوعاً آخر يعد هو ايضاً نقطـــة تحول في تاريخ الانسان ، ألا وهو تطور فكرة الانسان عن تركيب المادة والطاقة والعلاقة بينهما .

المادة والطاقــة

ان دراسة هذا الموضوع سيؤدي بنا الى دراسة اسس العلم الحديث بجميع فروعه ، الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة ، وسيؤدي بصورة رئيسة الى توضيح الاسلوب العلمي الحديث الذي فرق بين جميع العلوم التي سبقت القرن العشرين والعلوم التي تطـــورت بصورة متسارعة في هذا القرن ، اي أننا سنبين كيفية

وضع أهم نظريتين في تاريخ العلوم ، النظرية الكونية والنظرية النسبية ، وسيتبين لنا أهمية الفكر النظري (الافتراضي) في توجيه العلوم وبالتالي التأثير على المجتمع • ان دراسة المادة والطاقة قد اعطت وبينت أهم واقوى علاقة بين العلم والمجتمع ، بعد أن تمكن العلماء من تحويل المادة الى طاقة بواسطة التفاعلات النووية ، وذلك لأغراض حربية في اثناء الحرب العالمية الثانية • ان هذه الطاقة النووية الجديدة هي مصدر خوف وتهديد لمستقبل البشرية • وان هذا التقدم العلمي الهائل يبين لنا أهمية مرافقة الحكمة الأنسانية لأي تقدم في التكنولوجيا ، والا أصبح التقدم العلمي خطراً على كيان الانسان والكائنات الحية على حد سواء • فنحن بحاجة الى تكنولوجيا حديثة والى حكمة انسانية قديمة ، تلك الحكمة التي كان منشؤها الشرق أيضاً • وفي الوقت نفسه ان الطاقة النووية الجديدة ستكون أهم مصدر للطاقة المفيدة في القرن المقبل •

ان التفكير في تركيب المادة كان قد بدأ عنـــد اليونانيين بعد أن كانوا قد أطلعوا على فكرة البابليين والمصريين بان العالم المادي مكون من عناصر أولية وهي السماء والماء والهواء والتراب ، والتي أضاف اليها الهنود عنصراً خامساً وهو الأثير • انتقلت هذه الفكرة الى اليونان بواسطة الفينيقيين حيث أصبحت العناصر المكونة للمادة هي الماء والهواء والنار والتراب • أوجد الفيلسوف اليوناني (ديموقريطس) في القرن الخامس قبل الميلاد الفكرة الذرية لتركيب المادة ، حيث قال ان جميع العناصر الاولية مكونة من جسيمات صغيرة جداً لاتنقسم وهي في حركة دائمية ولها حجم ثابت ولايمكن ضغطها ولايمكن اتلافها ، ويوجد فراغ فيما بينها يسمح لها بالحركة ، وان ظواهر المادة المختلفة مثل اللون والرائحة والطعم تأتي من اختلاف في ترتيب الذرات وحركتها •

أما عن تركيب الطاقة فكان اليونانيون أول من وضع نظريات تركيب الضوء ، اذ قال فيثاغورس بأن الضوء مكون من سيل من جسيمات مادية صغيرة جداً تخرج من الجسم المضيء الى العين . واعتقد ارسطو بأن الضوء شكل من أشكال الحركة في وسط خاص منتشر في جميع أنحاء الكون (الاثير) ، أي أنه كان يعتقد بما يشابه النظرية الموجبة الحديثة ، وكان اقليدس يعتقد بأن الضوء يسير بخطوط مستقيمة .

ان هذه النظريات الصحيحة كانت قد أهملت حتى جاء ابن الهيثم وأحياها في آواخر القرن العاشر الميلادي في البصرة . ان نظريات اليونانيين عن تركيب المادة والطاقة هي بعينها النظريات الفيزيائية الحديثة ، مما يدل على امكانية اكتشاف طبيعة العالم المادي بواسطة الفكر المجرد، ولكن تصبح هذه الافكار المجردة حقيقة علمية اذا برهنت بالتجارب العلمية الصحيحة .

بقيت الفكرة الذرية لتركيب المادة كما وضعها اليونانيون خلال القرون الطويلة حتى آواخر القرن التاسع عشر حيث بدأ العلم يعرف شيئاً مؤكداً عن الذرة مثل اشكالها المختلفة وتركيبها . انالنظرية الذرية كانت قد أهملت لفترة طويلة وذلك لأن كلا من افلاطون وارسطو كان لايعتقد بها وكان يعاديها بشدة ، مما أثر على علماء العرب المسلمين الذين أهملوها أيضاً . ويبين هذا الاهمال أن بعض العلماء الكبار يقفون ضد التطور العلمي لعدم اعتقادهم بنظرية معينة ولو أنها نظرية صحيحة .

كان (دالتون) العالم البريطاني أول من وضع النظرية الذرية القديمة على أسس تجريبية ، اذ بين في أوائل القرن التاسع عشر بأنه من الممكن اعطاء قيم نسبية لأوزان الذرات المختلفة ، وفسر التفاعل الكيمياوي بأنه اتحاد بين الذرات حسب نسب وزنية ثابتة . وقد أوجد العالم الايطالي (افوكادرو) فكرة

الجزيئة ، بانها مكونة من تجمع عدة ذرات من نـوع واحد او من انواع مختلفة وكان كل من دالتـون وافوكادرو قد لقي معارضة شديدة من بعض علمـاء عصره ، مما أدى الى اهمال هذه الافكار الجديدة لمدة حوالي مئة سنة أخرى ، ويذكرنا هذا بمعارضـة افلاطون وارسطو منذ البداية • أما فكرة تركيب الذرة نفسها فقد بقي غامضاً الى بداية القرن العشرين • وفي بداية هذا القرن اتجهت البحوث العلمية الى اتجاهين مختلفين • سار الاتجاه الاول في تحليل المادة الـى مكوناتها الكيمياوية من العناصر ، والى تعيين تركيب الجزيئات وحجمها وشكلها ، وبهذا صار بالامكـان تفسير حالات المـادة المختلفـة ، الغـازية والسائلـة والصلبة ، بأنها حالات تعتمد على القوى التجاذبيـة المختلفة بين الجزيئات ، ودخل هذا النوع من التفسير الى دراسة تركيب الجزيئات في الكائنات الحية • أمـا الاتجاه الأخر في دراسة تركيب المادة فهو الاتجـاه

المعاكس ، أي دراسة تركيب الذرة نفسها ، وقد أدى هذا الاتجاه الى اكتشاف نظريات وطرق عملية ادى الى تحويل المادة الى طاقة •

ان أول بداية لمعرفة تركيب الذرة • كان قد حصل عن طريق « المصادفة » في أواخر القرن التاسع عشر • ففي سنة ١٨٩٦ م كان العالم الفرنسي بكريل قد لاحظ بان أفلاماً فتوغرافية كانت موضوعة في الظلام قد اسودت وظهرت عليها صورة لقطعة صخرية موضوعة على المنضدة قرب الافلام • وان هذه القطعة الصخرية كانت تحتوي على أحد أملاح اليورانيوم • وتعجب العالم بكريل لهذه الظاهرة الغريبة ، واعاد التجارب عدة مرات ليتأكد من أن هذه المادة تؤثر على الافلام في الظلام وحتى عند وضعها تحت حاجز من مواد مختلفة مثل الورق الاسود السميك والخشب والألمنيوم • كانت هذه التجارب أول دلالة على وجود النشاط الاشعاعي الطبيعي • وبعد دراسات مطولة من

قبل العالم الانكليزي رذرفورد تبين بأن الاشعة التي تنتج من مركبات اليورانيوم هي اشعة ذات طاقة عالية جداً ومكونة من جسيمات سماها بجسيمات الفاوبيتا ، وتبين فيما بعد أن اشعة اليورانيوم تحتوي على نوع آخر من الاشعة القوية وهي اشعة كاما . ان النشاط الاشعاعي الطبيعي يحصل تلقائياً وتتحول المادة من عنصر الى آخر باعثة هذه الاشعة القوية .

لقد تمكن العالم رذرفورد بأن يحول عنصر النايتروجين الى عنصر الاوكسجين وذلك بواسطة تسليط جسيمات الفا الناتجة من النشاط الاشعاعي على ذرة النايتروجين . وبهذا يكون قد حصل حلم الأولين في تحويل العناصر . ان هذه التجربة لتحول العناصر كانت بداية علوم الفيزياء النووية . اذ وجد أن الذرة مكونة من نواة صغيرة جداً ، ذات شحنة موجبة ، تحيط بها الالكترونات بمسافات مختلفة ، وأن نصف قطر الذرة أكبر من نصف قطر النواة بمقدار

مئة الف مرة ، وأن جميع كتلة الـذرة موجـودة في النواة المكونة من بروتونات ونيوترونات ، وأن تحولات العناصر بصورة طبيعية أو اصطناعية هي تحـولات في تركيب النواة .

يظهر من هذا بأن بداية معرفة سر تركيب الذرة وبداية علوم القرن العشرين كان قد حصل عن طريق مصادفة اكتشاف النشاط الاشعاعي الطبيعي . ولكـن في الحقيقة أنه لاتوجد مصـادفة محضـة في تقـدم العلوم ، على عكس مايعتقد به البعض ، اذ أن العالـم بكريل كان منهمكاً في بحوثه ومتهيئا فكريا للملاحظـة أي ظاهرة طبيعية جديدة . ان الاكتشاف لايأتي لأي شخص اعتيادي ، ولكن الشخص العلمي المهيأ تجريبيا وفكريا هو الذي سيجد مثل هذه المصادفة العلميـة المهمة . ان المصادفة تخدم الفكر المتهيء .

نشأة النظرية الكوانتية (نظرية الكم) :

في الوقت الذي كانت فيه أبحاث الفيزياء الذرية تجرى لمعرفة تركيب الذرة ، كما شرحنا اعلاه ، كان بعض علماء الفيزياء يدرسون طبيعة اشعاع الحرارة من الاجسام الساخنة . وفي نفس هذا الوقت ايضاً كانت قد انتشرت نظرية ماكسويل ، العالم البريطاني ، عن طبيعة المجال المغناطيسي بأنه مكون من امواج كهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء ، وقد حقق ذلك تجريباً العالم الالماني (هرتز) ، وعند ذلك الحين عد الضوء بأنه مكون من امواج كهرومغناطيسية . ولكن كيفية انتاج الضوء في النار أو في الاجسام المسخنة لم تكن معروفة .

اذ عند تسخين قطعة من أي مادة تبدأ المادة بالتوقد فيصبح لونها أحمر ثم أبيض متوقداً عند ارتفاع درجة الحرارة . ان اللون لايعتمد كثيرا على سطح المادة ، وبالنسبة لجسم أسود ان اللون يعتمد

على درجة الحرارة فقط • ومن هنا بدأت دراسة الاشعاع من الجسم الاسود • جرت عدة محاولات لتفسير طبيعة هذا الاشعاع في أواخر القرن التاسع عشر وذلك بوضع عدة معادلات تجريبية مبنية على فكرة أن الطاقة متصلة ، أي أن الجسم يأخذ الطاقة أو يفقدها بصورة مستمرة ، ولو أنه كان من المعروف أن المادة مكونة من ذرات الا انه كان يفترض بأن الطاقة التي يشعها الجسم تكون متصلة بتركيبها • ان ماكس پلانك ، العالم الألماني ، كان قد وضع معادلات رياضية أوجدها بالحدس ووجد أنها تنطبق تماماً على نتائج طيف الحرارة المشعة من الجسم الاسود • بدأ پلانك يتساءل عن المعنى الفيزيائي لهذه المعادلة الجديدة ، وقد اتضح له بأن معادلته هذه تشير الى الفرضية بأن الجسم الحار والذي يحتوي على ذرات متذبذبة يمكن أن يأخذ الطاقة أو يفقدها بكميات محددة (كوانتات) ، وان طاقة الجسم تتناسب مع

ذبذبته ، أي أن الطاقة تساوي التردد مضروباً بثابت معين ، سمي فيما بعد بثابت پلانك اي ان: $E = b N$ حيث يعبر الحرف E عن الطاقة وط ثابت بلانـك و N هو الذبذبة او المتردد • وقد نشر پلانك فرضيته المهمة هذه في كانون أول سنة ١٩٠٠ م ، وهكـــذا تخلص العلم من فكرة الطاقـة المتصلة ، وأصـبحت النظرية الكواتنية أهم قاعدة للعلوم الحديثة •

كان اينشتاين أول من استخدم هذه النظريـــة الجديدة ، حيث فسر في سنة ١٩٠٥ ظاهـرة الكهـرو ضوئية ، وهي انبعاث الالكترونات من الجسم الذي يسلط عليه الضوء • فقد تصور اينشـتاين الاشعاع الضوئي بأنه سيل من كواتنات الطاقة تسير في الفضاء منفصلة عن بعضها وتتفاعل مع المادة كل على انفراد • وبهذا أوجد اينشتاين فكرة تكوين الاشـعاع مـن كواتنات سماها بالفوتونات ، وهي بمثابة ذرات الطاقة

المشابهة لجسيمات الضوء في نظرية نيوتن للحزم الضوئية فاصبحت حزم الطاقة •

نشأة النظرية النسبية ـ دحض فرضية وجود الاثير :

ان فرضية وجود مادة خفيفة جداً ومتطايرة تملأ الكون والفضاء هي فرضية قديمة جدا استمرت الى اوائل القرن العشرين مع أن الكيمياء التي كانت قد حللت جميع المواد الكيمياوية الموجودة في الطبيعة ، واكملت الجدول الدوري المحتوي على (٩٢) عنصراً الا أنها لم تتمكن من العثور على مثل هذه المادة ، ولكن العلماء جميعاً كانوا يعتقدون بوجود الاثير •

ان فكرة الاثير كانت قد نشأت في الهند منذ حوالي الف سنة قبل الميلاد ، واخذها عنهم اليونانيون حيث افترض ارسطو أن الاجرام السماوية مكونة من هذه المادة • واعاد الفيلسوف ديكارت فكرة الاثير في

القرن السابع عشر في نظريته عن الحركة الدورانيـة للمادة اذ أنه افترض أن المادة تدور في مادة سـائلة رقيقة وهي الاثير • وفي نفس القرن أيضـاً افترض هوبكنز بأن الضوء يسير على شكل امواج في الاثير • وافترض فرداي وجود خطوط قوة المجال المغناطيسي في الاثير ، وافترض ماكسويل سير الامواج الكهـر مغناطيسية في هذا الاثير •

وقد أجرى العالمان مايكلسن ومورلي تجربـة مهمة جداً غيرت مجرى العلوم رغم أنها كانت تجربـة فاشلة ، أي أنها لم تحقق مابدأت من أجله • أجـرى مايكلسن ومورلي تجربتهما الشهيرة في سـنة ١٨٨٧ م لقياس سرعة الارض المطلقة في الاثير ، وقد تبين أنـه من المستحيل ملاحظة سرعة انتقال الارض في الاثـير بواسطة الطرق الضوئية • ان التجربة كانت مبنية على الاسئلة والفكرة التالية : اذا كان الاثير موجوداً ويملأ الفضاء ويتداخل في المادة فماذا سيحصـل اذا تحركت

المادة فيه ؟ هل ان الاثير يشترك في هذه الحركة ، واذا كان الامر كذلك فكيف تنتقل موجة الضوء في الاثـير المتحرك ؟ وللأجابة عن هذه الاسئلة يجب اجراء تجارب تتضمن أجساماً متحركة بسرعة كبيرة . وقد اختبـرت الارض كجسم متحرك ومصدر للضـوء . ان الارض تدور حول الشمس بسرعة حوالي عشرين ميلا بالثانية . اذا كان الاثير ثابتاً بالنسبة للشمس وأنه لايتحرك مـع الارض فان الاثير سوف يبدو بأنه يتحرك بسرعة بالنسبة للأرض ، وهذا ماسمي بالريح الاثيرية . ان هذه الحركة الظاهرية السريعة للأثير بالنسبة للأرض يجب أن تتبين في اختلاف سرعة الضوء باختلاف اتجاهه . ان سرعـة الضوء يجب أن تكون مختلفة معتمدةفيما اذا سار الضوء باتجاه مواز أو عمودي على اتجاه حركة الاثير بالنسبة للأرض . ولم يتمكن مايكلسن ومورلي من ايجاد أي فرق بسرعة الضوء عندما أرسلا ضوءاً موازياً لحركـة الارض حول الشمس أو عمودياً على هذه الحركـة .

واعيدت هذه التجربة عدة مرات ولم يتبين أي فرق بسرعة الضوء باختلاف اتجاهه • ماذا يعني فشل هذه التجربة ؟ الجواب كان من قبل ايشتاين ، اذ قال ان فشل هذه التجربة يدل على عدم وجود الاثير ، وعليه فان تجربة مايكلسن ومورلي هي أهم تجربة فاشلة في تاريخ العلوم لأنها أدت الى دحض وجود الاثير ، المادة التي لم تتمكن الكيمياء من الكشف عن وجودها ، ولكن الفيزياء أثبتت عدم وجودها وأدى ذلك أيضاً الى اكتشاف النظرية النسبية الخاصة سنة ١٩٠٥ وهي أحد أهم الاسس للعلم الحديث بجانب النظرية الكواتية •

النظرية النسبية :

ان النظرية النسبية هي أعم وأصعب نظرية أوجدها العلم لحد الآن ، وان هذه النظرية قد تطورت بمرحلتين ، فقد اكتشف اينشتاين نظرية النسبية الخاصة في سنة ١٩٠٥ على أثر فشل تجربة مايكلسن ومورلي ،

واكتشف نظرية النسبية العامة سنة ١٩١٥ ونشرها سنة ١٩١٦ • ان النظرية النسبية ككل تشمل تفسـيرات الطبيعة من الذرة والجسيمات الصـغيرة الى تـركيب الكون المتسع والقوى التي تربطه سوية ، ولهذا فهـي أهم وأعم نظرية علمية لحد الآن • أما صعوبتها فتعزى الى الرياضيات المتقدمة التي استخدمها اينشتاين والى صعوبة تصور المفاهيم الجديدة اذ ان اينشتاين غـير مفاهيمنا المألوفة عن الزمان والفضاء والكتلة والمسـافة الـخ •

ان نظرية النسبية الخاصة تعتمد على فرضيات وهي : استحالة قياس السرعة المطلقة لأي جسم ، وانه يمكـن قياس سرعته النسبية فقط ،وان سرعة الضوءثابتة بالنسبة لكل مشاهد ومستقلة عن حركته وعن حركة مصـدر الضوء ، وان قوانين الفيزياء تكون ثابتة لكل المراجع التي تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعة ثابتة لقد حصـلت عدة نتائج فيزياوية مهمة لهذه النظرية منها : اعتمـاد

كتلة الجسم على سرعته ، تكافؤ الكتلة والطاقة حسب معادلة خاصة الطاقة تساوي (الكتلة مضروبة بمربع سرعة الضوء) ، واندماج قانوني حفظ الطاقة وحفظ الكتلة في قانون واحد لحفظ الكتلة ـ الطاقة ، وانكماش الاطوال باتجاه الحركة ، وتمدد الزمن حسب حركة الجسم ، واندماج الفضاء والزمان في متصل واحد ، اي اعتماد الواحد على الآخر ، ويسمى متصل الفضاء ـ زمان (أو متصل المكان ـ الزماني) (لمراجعة القوانين انظرة : النسبية نيوتن وانشتاين د • طالب ناهي الخفاجي • الموسوعة الصغيرة رقم ٣٧ ، ١٩٧٨) • ان كل هذه‌هي مفاهيم جديدة غيرمألوفة ولذلك يصعب أولا يمكن تصورها عند الكثيرين منا في الوقت الحاضر •

ولكن لندرس مثلا بسيطاً ومألوفاً ألا وهو تعيين أو تحديد الوقت بواسطة الساعة الاعتيادية • فاننا نحسب الوقت بواسطة النظر الى حركة عقارب الساعة عند مرورها بين نقاط أو اشارات مثبتة على الساعة ،

أي اننا نعرف الوقت بواسطة حركة منتظمة بسرعـــة معينة ثابتة بين اماكن متتالية ، واننا تتفق مثــلا علــى أقصر فترة (مسافة) بين اشارتين على أنها ثانية مــن الوقت أو الزمن ، وان عملية تحديد هذه الفترة الزمنية يتطلب منا أيضاً أن نرى باعيننا حركة عقرب الثوانــي وهذا يتطلب انعكاس الضوء من العقرب بسرعة معينة وثابتة • وعليه فان عملية تحديد الوقت البسيطة تحتوي وتعتمد على عدة عوامل فيزياوية وهي :

ـــ المشـــــاهد :

حركته بالنسبة للساعة وبالنسبة للأرض ، وحركة الارض حول الشمس ، وحركة الشمس بالنسبـة للمجرة ــ درب التبانه ــ ومكان المشاهد فـــي اثناء قراءته للوقت •

ـــ حركة عقارب الساعة :

سرعة هذه الحركة وانتظامها بالنسبة لســـطح الساعة ، وبالنسبة للمشاهد وللأرض الخ كما في

حالة المشاهد . تركيب الساعة والعقارب الميكانيكي والمادي .

— الاماكن المؤشرة على سطح الساعة :

ثبوت المسافة فيما بينها وعدم حركتها بالنسبة لعقارب الساعة ، ولكن سطح الساعة الثابت ، وعقاربها ، تتحرك من المشاهد حول الارض وحول الشمس .

— الضوء المنعكس عن الساعة :

سرعته ، أي الوقت الذي يستغرقه حتى يصل الى العين (الانتقال بين مكانين) فالضوء هو العامل الطبيعي الذي ينقل لنا المعلومات ، يخبرنا ، عن الحدث في مكانين ، أي عن حدثين . ويدخل في هذا تركيب الضوء وطاقته .

ومن هذا المثال نرى أنه لايمكن فهم الزمان (الوقت) الا بواسطة المكان (الفضاء) أي أنه لايمكن فصل الزمان عن الفضاء ، ويجب دمجهما بمتصل واحد ،

أو بعد واحد ، هو متصل الفضاء ــ زمان • وبمعنــى آخر ان الساعة التي تقيس الوقت على الارض تعطــي وقتاً خاصاً بالارض فقط ، وان نفس الساعة اذا وضعت على جسم آخر في الفضاء الخارجي له كتلة تختلف عن كتلة الارض وله سرعة دوران حول نفسه وحول الشمس غير ماهما للأرض ، فان هذه الساعة ستعطي قياســاً يختلف عما كانت تعطيه على الارض • ان تصـــورنا واصرارنا على اعتبار الوقت الارضي الخاص بنا في هذا الجزء من الفضاء الكوني بانه هو الوقت المطلق الجميع أجزاء الكون هو سبب الصعوبة في مفهوم الزمن حسب النظرية النسبية • ان هذا الفرق بالوقت سيكـــون موجوداً حتى لو استعملنا أدق وأحدث الطــرق لقياس الوقت مثل استعمال الساعات الذرية ــ أي التي تعتمد على الفترة الزمنية بين انشطار الذرات للعنصر المشع ، اذ أثبتت التجارب الحديثة أنه بالنسبة لبعض الجسيمات السريعة والتي يمكن أن تتحول الى جسيمات أخرى ،

ان الجسيمات السريعة تعيش لمدة أطول بكثير من نفس النوع من الجسيمات الساكنة • ان هذا يبين اعتماد الزمن على الحركة ، وهذا الاعتماد بدوره يغير مفهومنا عن الأحداث الآتية • ان آنية الاحداث في أماكن مختلفة قد أصبحت علاقة نسبية معتمدة على حالة الحركة • ان حدثين يظهر ان وكأنهما يحصلان في آن واحد بالنسبة لمشاهد لايتحرك سوف يظهران وكأنهما يحصلان في وقتين مختلفين بالنسبة لمشاهد متحرك •

ونستنتج كذلك من هذا المثال عن قراءة الساعة أن جميع العوامل المذكورة أعلاه متصلة ببعضها ، أي أن المادة متصلة بالطاقة (الحركة) ، وأن مقدار الزمن (الوقت) يعتمد على حركة الجسم ، وان الضوء يلعب دوراً أساسياً في كل ذلك بسرعته العالية جدا وهو العامل الوحيد لنقل المعلومات عن الاحداث • ولكي يتمكن الضوء من نقل المعلومات عن المادة للمشاهد أو للجهاز يجب أن يكون الضوء نفسه مكوناً من

جسيمات مادية ــ الفوتونات ــ متناهيــة بالصـــغر ومنفصلة عن بعضها كمياً ــ وهي الكوانتات للطاقــة والمنبثعة من الجسم المضيء ، وأن هذه الفوتونـــات المكونة للضوء تنتشر على شكل أمواج ، وبهذا أوجد اينشتاين الطبيعــة الثنائيــة للضــوء : الجســيم ــ الموجـــــة •

لقد تمكن اينشتاين من ربط جميع هذه العوامل (المادة ، الطاقة ، الزمان ، المكان (الفضاء) ، والضوء) بمعادلات رياضية • وقد تحققت معادلات اينشتاين في تكافؤ المادة والطاقة وهي :($E = m C$) حيث تكوز ـــ تساوي الطاقة و الكتلة و ٢ سرعة الضوء) عند تصميم وتفجير القنبلة الهايدروجينية (مصدر رقم ١٢ صفحة ١١٨ الترجمة الانكليزية •) وقيست سرعة الضوء بواسطة الاجهزة التـــي حملتهـــا الصـــواريخ الفضائية فوجدت بأنها ثابتة في أي مكان أو اتجاه من الكون ، وأن كتلة الالكترون تزداد بمقدار ٢٠ ألف مرة

عند تسريعه بواسطة المعجلات الحديثة وذلك لأن طاقته الحركية تضاف الى كتلته الاصلية قبل بدء التعجيل •

أما نظرية النسبية العامة فهي نظرية جديدة للجاذبية ، وقد استغرق اينشتاين عشر سنوات (١٩٠٥ الى ١٩١٥) لأستكمالها وذلك لصعوبة الاشتقاقات الرياضية التي احتوتها هذه النظرية • كان نيوتن قد افترض وجود قوة تجاذبية بين الاجسام والاجرام السماوية بصورة عامة ، وافترض أن هذه القوة تنتقل بصورة آنية • ولكن نيوتن لم يتمكن من تفسير ظاهرة سقوط الاجسام وهي أن الاجسام الخفيفة والثقيلة تسقط نحو الارض بتعجيل متساو (تجارب غاليلو) • أما اينشتاين فانه رفض الاعتراف بوجود القوة التجاذبية هذه وفسر ظاهرة سقوط الاجسام بواسطة الخواص الهندسية للفضاء ـ الزمان المحيط بالارض • اذ تمكن اينشتاين من اشتقاق

خواص متصل الفضاء ــ الزمان المحيط بكل مــادة بواسطة رياضيات خاصة متقدمة ، وتبين بأن هــذا المتصل للفضاء ــ الزمان يكون متحدباً حول المادة وأن مقدار هذا التحدب يعتمد على مقدار المادة الموجودة في الفضاء المعين ، فالتحدب حــول الشمس أكثــر منــه حول الارض • وفسر اينشتاين حقيقة سقوط الاجسام الخفيفة والثقيلة بتعجيل متساو في المنطقــة الواحــدة على الارض ، وذلك لأنها خاضعة لتحدب متســاو في تلك المنطقة • وان هذا التحدب يختلف باختلاف المكان على الارض معتمدا على الكتلة الارضــية في ذلــك المكان ، أي أن التعجيل الارضي يعتمد على المكــان الذي يقاس فيه ، وهذا هو الواقع •

هناك عدة تنبؤآت كان قد وضعها اينشتايــن نتيجة لهذا التحدب في متصل الفضاء ــ زمان المحيط بالمادة ، منها انحناء اشعة الضوء عند مروره قرب كتلة كبيرة مثل الشمس ، وفعلا قد تحقق جميع التنبؤآت

التي كان قد وضعها اينشتاين ، واصبحت النظريـــة النسبية العامة هي النظرية الوحيدة في الوقت الحاضر لتفسير حركة الاجرام السماوية ومقدار تأثيرها علــى بعضها بواسطة تداخل متصل الفضاء ـ الزمان لكــل منها (تجاذبها) وتأثيرها على الضوء المنتقل بينهـــا وبالتالي على اشكالها المرئية وعلى المسافات بينها التي تعطينا فكرة عن كبر الكون وعن عمره وعن منشئه أي منذ ما يسمى بالانفجار الكبير .

هناك مفهوم خاطىء عن النظرية النسبية بأنهـــا جعلت كل شيء نسبياً ، وحتى في الامور الاجتماعيــة والفلسفية . ولكن الحقيقــة هي على عكس هــــذا المفهوم . اذ أن اينشتاين بين ماهو نسبي من الحقائــق الطبيعية وما هو فعلا حقيقي يخص الطبيعة بحد ذاتهـا مستقلة عن اي مشاهد وذلك باستعمال رياضيات عالية وهي رياضيات التنسر (نظرية الكميات المتدة) اينشتايـن والتجارب الفكرية قاعدة هاينزنبرك :ـ

ولد اينشتاين في سنة ١٨٧٩ في المانيا ، وكان مهتماً بامور الطبيعة منذ صغر سنه ، ويروي عن نفسه بأنه عندما كان في السادسة عشرة من العمر سأل نفسه سؤالين خياليين ، السؤال الاول كان : ماذا سيحدث لو حاول رجل اللحاق بشعاع الضوء ؟ ان الجواب النظري أدى فيما بعد الى اكتشاف النظرية النسبية الخاصة . والسؤال الثاني كان : ماهي قوانين الفيزياء بالنسبة لرجل موجود في مصعد وسقط به المصعد بصورة حرة من أعالي بناية عالية ؟ ن الجواب النظري أدى فيما بعد الى اكتشاف النظرية النسبية العامة ان هذا النوع من الاسئلة الخيالية كان اينشتاين قد طورها فيما بعد الى ماسماه بالتجارب الفكرية ، أي اجراء تجارب بصورة خيالية لايمكن اجراؤها في الواقع ويستنتج منها بعض القوانين التي تنطبق على الواقع ، فلا يمكن لرجل اللحاق بالضوء و لايمكن وضع رجل في مصعد يسقط من أعلى البناية ويقوم هذا الرجل ببعض تجارب

الفيزياء في داخل المصعد . ولكن اينشتاين استعمل مثل هذه التجارب الفكرية لتوضيح النظرية النسبية قبل أن تتحقق تنبؤاته فيما بعد بصورة تجريبية .

واستعمل هذا النوع من التجارب الفكرية عالم الفيزياء الالماني هايزنبرك الذي اكتشف بهذا الاسلوب قاعدة اللاتعيين المسماة باسمه وهي أنه لايمكن تعيين سرعة ومكان الالكترون بصورة مضبوطة في آن واحد ، وذلك لأننا حتى نعين مكان الالكترون يجب علينا تسليط ضوء عليه ، وان هذا الضوء المسلط يعطي الالكترون طاقة كافة فينتقل الى مكان آخر . أصبحت هذه القاعدة احدى أهم اسس الفيزياء الحديثة .

ماهي الحقيقة الطبيعية :

ان التطور العلمي النظري وصل الى حد بحيث انه قلب الامور الاولية في أسس المعرفة العلمية المألوفة ، حيث كنا نبدأ بالموجودات الطبيعية ونصل منها الى تصورات تجريدية عن الطبيعة ، أو أن تصوراتنا يمكن

أن نضع لها مايقابلها في الطبيعة أي اننا نضع فكرياً نموذجا ماديا للفكرة العلمية (مودل) • ولكننا بعد هذا التطور النظري لاتتمكن أن نتصور الشكل الطبيعي ، أي النموذج المادي ، للأفكار الجديدة • فاننا لاتتمكن مثلاً أن نتصور تحدب متصل (الفضاء ــ الزمان) (المكان ــ الزماني) الذي يحيط بكل مادة • فما هو السبب في ذلك ؟ ان السبب هو أننا نفهم العلوم عن طريق مفاهيم مسبقة مألوفة تطورت ببطء عبر آلاف السنين ومرتبطة بالواقع حسب المشاهدة المباشرة أو الاحساس الأولي ، ولكن العلم كثيراً ما أثبت خطأ هذه المفاهيم ، فلم تترك لنا مانعتمد عليه في تصوراتنا أنه يعتمد على مفاهيم جديدة غير مألوفة ، خصوصاً مايتعلق بفكرتنا عن الفضاء والزمان والقوة التي تؤثر عن بعد (مثل الجاذبية) والكتلة وأبعادها في الفضاء الارضي • ان النظرية النسبية غيرت أو قلبت جميع هذه المفاهيم ، فلم تترك لنا مانعتمد عليه في تصوراتنا

الجديدة . والسبب الآخر في عدم امكانية تصور أو فهم التطور العلمي الجديد هو أن هـذا العلـم الجديـد يستخدم ويعتمد على الرياضيات العالية المجردة التـي لايفهمها الا القليل أو أنها بالاساس غير معتمـدة علـى الموجودات الطبيعية في تطورها أو نشأتها ، أي أنهـا رياضيات بحتة مجردة بكـل معنى الكلمـة ، فانهـا موجودات فكرية فقط .

وهكذا نرى أن الانسان بدأ أول تفهمه للطبيعة بواسطة ابتكار العدد والاشكال الهندسية ، ووصـل التطور العلمي بواسطة التفهم الرياضي للطبيعة الـى ادراك مجرد يصعب علينا ايجاد مايقابله في الطبيعـة التي بدأنا بتفهمها !!

والآن وقد شرحنا مافيه الكفاية عن اسلوب تطور الفكر العلمي ، نود أن نلخص مايسمى (الطريقـة العلمية) التي بدأنا بشرحها وتبسيطها .

يتضح من الأمثلة الكثيرة التي شرحناها سابقاً أنه بعد مرور تلك العصور التاريخية الطويلة أصبح لدينا الآن بصورة عامة نوعان من المعرفة العلمية كانا قد نشأ سوية منذ القدم ، وهما : المعرفة التجريبية أو العلم التجريبي الذي يتخذ التجربة والمشاهدة ووصف الطبيعة وتصنيفها والامور التقنية الفنية أساساً له ، والمعرفة النظرية أو العلوم الصرفة التي تتخذ الفرضيات والنظريات العلمية والرياضيات أساساً لها وغايتها النهائية تفسير التجارب والمشاهدات الطبيعية ٠

ان التجربة والتفسير ، أي النظرية المحتملة ، قد رافقا بعضهما منذ بداية التفكير عند الانسان ٠ ولكن العلم التجريبي كان قد بدأ بالتكوين أولا ، فهو يهم استمرار حياة الانسان عبر تطوره البايولوجي ٠ وبعد استكمال تطور دماغ الانسان كانت التفسيرات النظرية

للطبيعة قد بدأت كتفسيرات وهمية غامضة • تطـورت العلوم الصرفة بصورة متسارعة بعد ابتكار الرياضيات وادخالها في دراسة الطبيعة • ومازالت التجربـــة أو المشاهدة والتفسير النظري ملاحقة لبعضـها • فتـارة التجربـة تسـبق النظريـة وأخـرى تكـون النظرية العلمية هي السابقة عن طريق تحقيق التنبـؤات النظرية بواسطة تجارب علمية لاحقة، وهكذا تنمو وتكبر سلسلة التطور العلمي • تتميز العلوم الحديثـة بقيادة الفكر النظري لجميع أنواع المعرفة العلمية • ان اسلوب تطور الرياضيات المتسارع هو نموذج حقيقي لتطـور العلوم الاخرى بصورة عامة • أي أن أي علم يتطـور بسرعة عندما تدخل فيه الفرضيات والنظريات والمفاهيم الفكرية المجردة وتصبح جزءاً أساسياً في عمل المختصين بذلك العلم • وأنه من المفضل والمستحسن ، ولكـن ليس بالضروري ، أن توضع الفرضيات والنظريـات والمفاهيم باسلوب رياضي كمعادلات خاضـعة للحـل

الرياضي الاستنتاجي المنطقي فأن ذلك يحقق التقدم المتسارع . فمثلا ان فكرة فرداي عن المجال الكهر ومغناطيسية التي هي الآن أساس الفيزياء المعادلات الرياضية لها واستنتج وجود امواج
الكهل ومغناطيسية التي هي الآن أساس الفيزياء الحديثة ، وهكذا خضعت جميع الفيزياء الى الرياضيات وأصبح تطور هذا العلم معتمداً كلياً على المعرفة العالية في الرياضيات . ويحصل نفس الشيء الآن بالنسبة للكيمياء . ولكن فكرة داروين عن التطور البايولوجي ، فكرة الانتخاب الطبيعي وبقاء الاصلح ، كانت قد جاءت بعد عمل دقيق ومضن وشامل في تصنيف النباتات والحيوان ودراسة مابقي وما انقرض منها ، وليس بالامكان وضع هذه النظرية الداروينية في أسلوب رياضي كمعادلات . مع كل هذا ان الكيمياء والفيزياء وماتحتويه من رياضيات قد دخلت في العلوم البايولوجية الجزيئية الحديثة التي بدأت تفسر التطور البايولوجي نفسه

عن طريق هذه العلوم النظرية وذلك بدراسة التركيب الجزيئي للجينات الوراثية •

العلم التجريبي ـ الطريقة العلمية القديمة :

طريقة جابر بن حيان وفرانسيس بيكون :

ان الانسان بطبيعته يحاول التعرف على محيطه وذلك لغرض السيطرة على الطبيعة لكي يؤمن لنفسه حياة أفضل • وكذلك يروم الانسان التعرف على سبب حدوث التغيرات الطبيعية وعلى تكوين وتركيب الكائنات الحية بضمنها الانسان نفسه •

تعد الكتابة أهم ابتكار في تاريخ الانسان • اذ تمكن الانسان من تكوين المعلومات المتراكمة التي هي مجموع المعرفة عند الانسان وتراثه الخالد ، وبدأ الانسان يصف خبرته التجريبية في الطبيعة ويصف ابتكاراته العملية بدقة ويدونها لكي يستفيد منها في المستقبل • وهذه هي بداية الطريقة العلمية التجريبية أو بداية العلم التجريبي • ان المعرفة العلمية تنمو

بالتدريج مع مر الزمن وتنتشر المعرفة بواسطة التقليد والتدريب والتدوين •

ان العرب والمسلمين هم أول من أدخل التجربة العلمية الهادفة بصورة رئيسة وأساسية في طريقة الحصول على المعرفة عن الطبيعة • وأول من أوضح أهمية التجربة واسلوب البحث العلمي المنظم ، كان جابر بن حيان في القرن الثامن الميلادي ، وتبعه في ذلك المحامي والسياسي فرانسيس بيكون في القرن السابع عشر في انكلترة ، اذ أنه كان يحث على اجراء التجارب وجمع الحقائق الطبيعية الكثيرة بصورة نظامية وبعد جمع هذه الحقائق تؤخذ منها التعميمات العلمية بواسطة الاستقراء أي الاستنتاج بالقرينة وهو التوصل الى القوانين العامة عن طريق مشاهدة بعض الحقائق وتعميم العلاقة بينها على الحقائق الاخرى المشابهة ولكنها غير المشاهدة • فمثلا ان عالماً يشاهد شجرة وبها أوراق ويشاهد شجرة أخرى وبها أوراق ايضاً وهكذا يستمر بمشاهدة أشجار

كثيرة لها أوراق واخيراً يصوغ قانوناً عاماً بأن جميع الاشجار (النباتات) تحتوي على أوراق ، نحن نعرف أن هذا الاستنتاج غير صحيح . توجد هنـاك حـدود للطريقة العلمية المبنية على استقراء الحقائق الخاصـة والقليلة . ان الطريقة الاستقرائية لاتصف بصـورة مضبوطة ولاتفسر بصورة كليـة حقيقـة الطريقـة العلميـة .

رسل والطريقة العلمية :

لقد لخص العالم الرياضي والفيلسوف البريطاني برتراندرسل الطريقة العلمية في كتابه (النظرة العلمية) سنة ١٩٣١ بمايلي :

١ ـ مشاهدة الحقائق المهمة .

٢ ـ وضع فرضـية كمحاولـة أوليـة لتفسـير الظواهـر .

٣ ـ استخلاص أو استنتاج قوانين عامة يمكن اختبار صحتها بواسطةالتجربة والمشاهدة .ان الاستنتاج

هو التوصل الى الحقائق الخاصة من القوانين العامة .

طريقة الاستنتاج الافتراضي :

الطريقة العلمية الصحيحة :

ان تاريخ العلم هو سلسلة من وضع فرضيات ومن تحقيق او تخطىء تلك الفرضيات بواسطة التجربة . فمن الفرضيات المهمة كانت فرضية وجود الذرات من قبل اليونانيين القدماء والتي تحققت عن طريق الكيمياء والفيزياء ، اذ أصبح حديثاً بالامكان تصوير الذرات بواسطة المجهر الالكتروني الكبير ذي الطاقة العالية . وفرضية وجود الجزيئات من قبل افوكادرو ، ووجود الايونات في المحاليل من قبل العالم السويدي أرينيوس ، ووجود الجينات الوراثية من قبل العالم النمساوي مندل ، ان جميع تلك الفرضيات الصحيحة كانت قد ظهرت في القرن التاسع عشر . أمافي أوائل القرن العشرين فقد ظهرت فرضيات كانت أساس العلوم

الحديثة ، الا وهي فرضية پلانك سنة ١٩٠٠ م عن انبعاث الطاقة على شكل كميات محددة وتطورت من هذه الفرضية النظرية الكوانتية ، وفرضية اينشتاين في النظرية النسبية من أن سرعة الضوء هي أعلى سرعة في الكون وهي كمية ثابتة ٠ من هذه الفرضيات والكثير غيرها صار بالامكان استنتاج وبناء العلوم الحديثة بمافيها تطبيقاتها التكنولوجية ٠

من هذه الامثلة الواضحة يمكننا أن نعرف طريقة الاستنتاج الافتراضي بأنها تلك الطريقة التي تبدأ بوضع فرضيات فكرية لتكون تفسيراً أولياً للمشاهدة وللتجارب العلمية ٠ ان هذه الفرضيات تسير التجارب الموضوعة وتحدد نوع المشاهدة المطلوبة لغرض التثبت من صحة الفرضية الأولية او لتخطيئها ، ومن ثم استنتاج القوانين العامة والتنبؤات التي يجب تحقيقها بالتجربة ٠ وهناك اعتماد متبادل بين الفرضية التصورية والمشاهدة الحقيقية ٠ ان المشاهدات والتجارب التي تعمل لغرض

اختبار صحة الفرضية غالباً ماتوحي بفرضيات جديدة أو بتصور جديد • ان هذا الاعتماد المتبادل هو سبب تطور العلوم بصورة متسارعة يقول اينشتاين (ان الهدف الاساسي لجميع العلم هو تغطية اكبر عدد من الحقائق التجريبية باستنتاجات منطقية من أقل عدد ممكن من الفرضيات •)

ان العلماء قديماً وحديثاً يتبعون طريقة الاستنتاج من الافتراض حتى ولو لم يدركوا ذلك • أي باسلوب تلقائي وحسب طبيعة الفكر البشري • اذ أن كل فرد يسير حياته وينجز أعماله العلمية والاعتيادية بخطوات كثيرة مكونة من سلسلة متعاقبة متكررة من التصورات والاجراءات العملية :

مشاهد بتطلع ← فكرة او فرضية ← تجربة أو مشاهدة ← نتائج ← فكرة أو فرضية جديدة لتكون اساساً لقوانين ونظريات تختبر تجريبياً • وهكذا تتعاقب هذه السلسلة

مكونة حياة الفرد وانجازاته ابتداء من دور الطفولة .
ويلعب التعليم الصحيح بجميع أدواره دوراً مهماً في
تعيين مستوى وتطور هذه السلسلة ، وخصوصاً اذا
رافقت الرياضيات جميع أدوار وحلقات هذه السلسلة
المتكررة .

ان قابلية التطور العلمي ، أي قابلية وضع
الفرضيات العلمية الصحيحة ، هي جزء من قابلية الفكر
عند الانسان بصورة عامة . ويمكن خلق وتكوين هذه
القابلية بواسطة التعليم الصحيح منذ الطفولة ،
وباهتمام الفرد اهتماماًكبيراً بجهد وتحمل مستمر بالعلوم
بصورة عامة . وآنذاك تتكون عند الفرد خلفية علمية
شاملة يرتكز عليها التصور العلمي وتكون مادة له في
اثناء التركيز على حل مشكلة علمية معينة . وتظهر هذه
الخلفية العلمية في ما يسمى بالقريحة العلمية فجأةوبدون
انذار وبدفعة واحدة ، من غير أن يعرف الفرد أياً كان

مصدر الفكرة الصحيحة أو الادراك المباشر لوضع الفرضية الصحيحة أو التفسير الاكثر احتمالا •

كنا سابقاً قد أشرنا الى المراحل الثلاث الرئيسة في الطريقة العلمية التي وضعها برتراند رسل ، ولكن أهم تشخيص وصياغة لطبيعة الطريقة العلمية كان قد قام به الفيلسوف الرياضي النمساوي پوپر سنة ١٩٣٤ في كتابه منطق الاكتشاف العلمي ، حيث بين بوضوح بأن طريقة الاستنتاج الافتراضي هي الطريقة العلمية • يقول بونكاريه العالم الفيزياوي الرياضي الفرنسي في كتابه أسس العلم : ان مهمة العلم هي خلق ترتيب منتظم • ان أي علم يبنى من حقائق مثلما يبنى البيت من الطابوق • ولكن مجرد جمع الحقائق لايمكن ان يسمى علماً اكثر مما يمكن أن تسمى كومة من الطابوق بالبيت • ويقول (فان هوف) (١٨٥٢ — ١٩١١) العالم الكيمياوي الهولندي : ان الحقيقة هي القاعدة والاساس ، وان التصور هو مادة البناء والفرضية هي

الخطة التي يجب أن تختبر ، وأن الصواب والواقع هو البناء الكامل •

ان طريقة الاستنتاج الافتراضي تمكن العالم من وضع نظريات لها قابلية كبيرة في التنبؤ بسلوك الطبيعة ، كما حصل في النظرية النسبية ، ولكن الطريقة التجريبية الاستقرائية لايمكن أن تحتوي على أي تنبؤات يمكن تحقيقها بواسطة تجارب لاحقة في المستقبل •

نيوتن والطريقة العلمية :

كان نيوتن قد بين أربعة أسس لطريقة وضع الفرضية العلمية في كتابه قواعد الرياضيات سنة ١٦٨٧ م :ـ

١ ـ يجب علينا ان لانفترض أسباباً اكثر مما هو كاف وضروري لتفسير الحقائق •

٢ ـ وعليه وبقدر الامكان ، ان النتائج المتشابهة يجب أن تعزى للسبب نفسه ، كسقوط الأجسام في أوربا وامريكا مثلا •

٣ ـ ان الخواص المشتركة لجميع الاجسام التي تكون ضمن تجاربنا ، يجب أن تفترض بأنها تخص جميع الاجسام مثل خاصية الامتداد •

٤ ـ ان الاقتراحات في العلوم والتي نحصل عليها بواسطة الاستنباط الواسع يجب أن تعد مضبوطة أو صحيحة تقريباً حتى تبين الظواهر أو التجارب بأن هذه الاقتراحات يمكن أن تصحح ، أو من المحتمل أن يحصل حيود عنها •

فان هوف والطريقة العلمية :

كان (فانهوف) قد وضع عدة نقاط لأسلوب البحث العلمي في مقالته عن (التصور في العلوم) والتي نشرها سنة ١٨٧٨ م ، وكانت النقاط كمايلي :

١ ـ اختيار وقت ومادة المشاهدة بصورة دقيقة وحرجة •

٢ ـ تغير نوع المشاهدة ببصيرة وتعقل •

٣ـ ايجاد الوسائل المحسنة التي تسهل المشاهدة حالات سابقة .

٤ ـ ملاحظة التشابه او الاختلاف بجلاء مع حالات سابقة .

٥ ـ طريقة وضع الفرضية : توضع الفرضية التي يمكن أن تفسر السبب المحتمل ، ومقارنة النتيجة مع الواقع ، يعاد وضع الفرضية عدة مرات الى أن يحصل التوافق بين الفرضية والواقع ، وبعد ذلك يكون هذا السبب هو السبب المحتمل .

٦ ـ الاندفاع والتحمس للبحث العلمي : أن اسلوب البحث العلمي هذا يكون عقيماً بحد ذاته اذا لم يكن عند الباحث الدافع القوي الذي يبدأ أولا كتحمس واندفاع ثم يتحول الى تحمل واستمرارية ، وهذا الدافع هو نفسه نتيجة لفكرة عند الباحث ، وان الفكرة نتيجة للتصور بالاساس .

وهنا يجب أن نعيد قراءة توصيات جابر بن حيان في اسلوب البحث العلمي، ونقارنها مع ماوضعه كل من نيوتن وفان هوف ، وسوف نرى التشابه الكبير في جميع تلك التوصيات • ان العقلية العلمية والطريقة العلمية هي عقلية واحدة وطريقة واحدة حتى لو اختلف الزمان والمكان •

مقومات ودوافع البحث العلمي

والآن بعد أن شرحنا أسلوب أو طريقة البحث العلمي ، نسأل كيف ولماذا نبدأ بالبحث العلمي ، أي ماهي مقوماته ودوافعه حتى تتمكن أن نبدأ بالبحث ؟

أن مقومات ودوافع البحث العلمي تختلف حسب المرحلة التطورية للمجتمع وللفرد ، وحاجة المجتمع للعلم في الحياة اليومية ، اذ يمكن اعتبار البحث العلمي أحد المصادر والثروات الطبيعية المهمة التي يمكن أن يعيش عليها الفرد والمجتمع • فمثلا ان بعض الدول المتقدمة مثل سويسرا واليابان والدول الاسكندنافية ليس لها

مصادر أو ثروات طبيعية كبيرة ، ولكنها أصبحت من أغنى الدول في العالم واكثرها تقدماً بفضل البحث العلمي ، فانها تعيش عن طريق تصدير المعرفة العلمية مضافة الى المواد الخام الاولية التي تستوردها • ان تصدير المعرفة هذا هو مايمكن أن يسمى تصدير التكنولوجيا ، أما بالنسبة للدول النامية فهو مايسمى بنقل التكنولوجيا • فبالنسبة للدول المتقدمة ان مقومات ودوافع البحث العلمي هي الحياة كلها للفرد وللمجتمع ، أما بالنسبة للدول النامية فهي التطلع الى حياة أفضل •

انه من الصعب فصل المقومات عن الدوافع ،ولكن لسهولة المناقشة سنحاول فصلهما عن بعضهما •

مقومات ودوافع البحث العلمي :

المقومات التنظيمية والمادية

ـــ مختبرات وأجهزة حديثة تشتغل بصورة جيدة ومستمرة •

— مكتبات علمية حديثة ٠
— محفزات مادية ثابتة ٠
— جوائــز ماديــة ٠
— ادارة علمية واعية ٠
— خطة عمل واضحة الاهداف ٠

المقومات النفسية والروحية

— الروح العلمي والفكر العلمي اللذان هما أهــم مقومات الشخصية العلمية ٠
— التقدير المعنوي للعلم والعلماء ٠
— مواكبة التقدم العلمي بصورة خاصة وعامة ٠
— الندوات العلمية المحلية والعالمية ٠
— بالنسبة للبحث الجامعي ، هناك فائدة متبادلــة بين البحث والتدريس علــى الايكــون العــبء التدريسي كبيراً ٠

وبصورة عامة انه اذا اختل هــذا التوازن بسبب توقف أحد المقومات فانه سيؤدي الــى قلــة الانتــاج

العلمي أو انعدامه ، وهذا بدوره يؤدي الى تنقل العلماء الباحثين بين المراكز العلمية في القطر الواحد، أو الى تنقلهم بين الدول ، وهذا مايسمى بهجرة العقول، وتحصل مثل هذه الحالات حتى في الدول المتقدمة .

دوافع المعرفة والبحث العملي :

١ ـ توفير حياة أفضل للفرد وللمجتمع وذلك بالسيطرة على الطبيعة وبانتاج مواد وآلات وأجهزة جديدة .

٢ ـ الدفاع عن النفس . ان العلم أحسن سلاح للدفاع عن كيان الفرد وكيان المجتمع . ان الذين ابتكروا الرمح أو السهم كانوا قد أوجدوا الصراع على السلاح والسباق في التسلح . ان الحرب العالمية الاولى كانت تعتمد على المفرقعات والمواد الكيمياوية الاخرى التي ابتكرها الكيمياويون . والحرب العالمية الثانية اعتمدت على الفيزياويين والكيمياويين الذين انتجوا أول قنبلة نووية .

٣ ــ الحصول على مكافآت علمية ،مثل الحصول على شهادة علمية معينة ، أو تقدير معنوي كالحصول على جائزة نوبل العالمية •

ــ الحصول على مكافآت مادية •

٥ ــ حب الاستطلاع وحب المعرفة والرغبة في تفسير الطبيعة •

٦ ــ الأندفاع الذاتي والتحمس لتحقيق فكرة معينة •

ان هذه الدوافع ليست دوافع منفصلة عن بعضها وانما تعمل ككل في نفس الباحث العلمي •

لقد أصبح واضحاً في الوقت الحاضر أن الباحث العلمي غير المعد نظرياً لايمكنه أن يبدأ بالبحث وأن بدأ فسوف لاينتج ، فلولا بحوث دالتون لأثبات النظرية الذرية ولولا المعادلات النظرية التي جاء بها كل من پلانك واينشاين لما وجدت الطاقة النووية • ولولا

بحوث فرداي لما وجدت الكهربـاء •ولـولا بحـوث ومعادلات ماكسويل وهرتز لما وجد الراديو والتلفزيون والاتصالات اللاسلكية ولولا بحوث پاستور لما تطورت حياتنا الصحية في مكافحة الجراثيم • ولولا بحـوث نيوتن في الميكانيك والجاذبية لما توصل الانسان الـى القمـــر •

قال فرداى الى زوج استاذه همفري ديفي عندما جاءت تؤنبه لأنه كان يعطل زوجها في المختبر ، ورأته يشتغل على الحث المغناطيسي للكهرباء ، وعندما رأت التجربة قالت له اني الآن أرى كم سخيف أنت فمـا فائدة هذه الابحاث ؟ أجابها بقوله (ولكن ياسيدتي ماهي فائدة الطفل الجديد ؟)

العلم والمجتمع والمستقبل ـ الأخطار المحتملة :

لقد بينا في جميع هذه الاحاديث كيف أن العلـم قد أوصل البشرية الى ماهي عليه الآن مـن تقـــدم تكنولوجي • وقلنا في اول هذه الاحاديث ان العلم هو

ظاهرة اجتماعية • ان العلم يخدم الفرد والمجتمع ، وفي الوقت الحاضر حيث أصبحت تكاليف العلم كبيرة جداً أصبح المجتمع مسؤولا عن رعاية العلم والعلماء •

ان التقدم العلمي والتكنولوجي أوجد أخطاراً على المجتمع بصورة عامة ، فاضافة الى ماذكرناه عن المواد الكيمياوية والذرية ، هناك أخطار غير متعمدة مثل أخطار التلوث الصناعي الذي بدأ يضر بالتوازن الطبيعي البايولوجي • وربما أكبر من أخطار الطاقة النووية ستكون أخطار بحوث الهندسة الوراثية • اذ أصبح بامكان الانسان أن يغير ترتيب مكونات الجينات الوراثية لكي يرى ماسيحصل من تغير في صفات الكائنات الحية ، هناك الرغبة في انتاج صفات موروثة جيدة • ولكن الخطر غير المتعمد يكمن في حصول تغير غير متوقع كتطور أنواع جديدة من الجراثيم التي لا يمكن للأنسان السيطرة عليها تضر بالانسان وبالكائنات الحية الاخرى • وهناك أخطار بايولوجية أخرى يمكن ان تحدث بسبب التلاعب بمسيرة التطور الاصلية •

الا الاخطار التي تأتي من العلم والتكنولوجيا ربما ستؤدي بالانسان الى أن يقضي على نفسه بنفسه • فمن الذي سيمنع الانسان من تحطيم نفسه وتحطيم الكائنات الحية الاخرى بنفس الوقت ؟ ان المجتمع هو المسؤول عن تسيير مثل هذه البحوث والسيطرة عليها • ويجب أن يكون المقياس المستعمل هو البقاء الأصلح للفرد وللمجتمع وللطبيعة ككل وليس بقاء الأصلح منها • أي أن المقياس يجب أن يكون الانسانية وحدها • آنذاك سيرافق التقدم التكنولوجي تقدم حضاري • ان التقدم الحضاري هو الذي تبتغيه المجتمعات والافراد وليس التقدم التكنولوجي وحده •

بعض المصــادر :

١ ــ المفصل في تاريخ العرب قبل الاســلام . الدكتور جواد علي . الجزء الثامن ١٩٧١ .

٢ ــ مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة . طــه باقــر ١٩٥٥ .

٣ ــ تاريخ الفكر العربي . عمر فروخ ١٩٧٢ .

٤ ــ تاريخ العلوم عند العرب . عمر فروخ ١٩٧٠ .

5- Evolvtion. by Dobzhansky - 1977.

6- Organismic Evolution. by - V. Grant. 1977.

7- Scientific American. Sept. 1978

8- A Short History of Science. by W. Sedgwick and H. W. Tyler. 1939

9- Science Past and Present. by F. S. Taylor. 1962

10 The Origin of Human Language. by. R. Leakey and R. Lewin.
New Scientist. 20 Sept. 1979.

11- The Historical Roots of Elementry Mathematics. by L. N. H. Bunt. 1976.

12 Physics and Philosophy. by W. Heisenberg. 1958

المحتويــات

صفحة

مقدمــة	٥
دوافع المعرفة	١١
العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية	١٣
تعريف العلم	١٥
ماهو أهم اكتشاف	١٦
دراسة لأبتكار الارقام والاحساس الرياضى	٤٤
تفسير التطور السريع في الرياضيات	٦٩
دراسة لأبتكار الكتابة	٧٨
انتقال العلوم البابلية والمصرية الى اليونان	٨٧
تفسير علمى لسقوط الامبراطورية الرومانية	٩٧
الحضارة العربية الاسلامية	١٠٢
المادة والطاقــة	١٣٧
نشأة النظرية الكوانتيه (نظرية الكم)	١٤٦
نشأة النظرية النسبية ـ دحض فرضية وجود الأثــير .	١٤٩
النظرية النسبية	١٥٢

ماهي الحقيقة الطبيعية ١٦٤
الطريقة العلمية : ١٦٧
برتراندرسل والطريقة العلمية ١٧٢
طريقة الاستنتاج الافتراضي ـ الطريقة العلمية الصحيحة ١٧٣
نيوتن والطريقة العلمية ١٧٨
فان هوف والطريقة العلمية ١٧٩
مقومات ودوافع البحث العلمي ١٨١
العلم والمجتمع والمستقبل ـ الأخطار المحتملة ١٨٦

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ــ بغـداد
(٣٦٩) لسـنة ١٩٨٦

دار الحرية للطباعة ــ بغداد
١٤٠٦ هـ ــ ١٩٨٦ م



١٩٨٦

الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية نصف شهرية تتناول
مختلف العلوم والفنون والآداب
تصدرها دائرة الشؤون الثقافية والنشر
بغداد / شارع الخلفاء

الكتاب القادم :

العرب والتحدي

تأليف
د. محسن الموسوي

السعر : ٢٥٠ فلس

دار الحرية للطباعة ـ بغداد